Pringsheim, Prof. at Berlin, Bendler. 4. 13.

QK
565
P742
1873
BOT

Ueber

den Gang der morphologischen Differenzirung

in der

Sphacelarien-Reihe

von

N. Pringsheim.

Aus den Abhandlungen der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin 1873.

Mit 11 Tafeln.

Berlin.
Buchdruckerei der Königl. Akademie der Wissenschaften (G. Vogt).
Universitäts-Strasse 8.
1873.

In Commission bei F. Dümmler's Verlags-Buchhandlung
(Harrwitz und Gossmann).

79/954

157- algae

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES

From the Library of

E. YALE DAWSON

LIBRARY OF
E.Y. DAWSON

Ueber

den Gang der morphologischen Differenzirung

in der

Sphacelarien-Reihe

von

N. Pringsheim.

Aus den Abhandlungen der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin 1873.

Mit 11 Tafeln.

Berlin.
Buchdruckerei der Königl. Akademie der Wissenschaften (G. Vogt).
Universitäts-Strasse 8.
1873.

In Commission bei F. Dümmler's Verlags-Buchhandlung
(Harrwitz und Gossmann).

QK
565
P742
1873
BOT

Gelesen in der Akademie der Wissenschaften am 11. April 1872 u. 19. Juni 1873.
Die Seitenzahl bezeichnet die laufende Pagina des Jahrgangs 1873 in den Abhandlungen der physikalischen Klasse der Königl. Akademie der Wissenschaften.

Unter den mannigfaltigen Wuchstypen der Tallophyten finden sich deutliche Uebergänge zur cormophytischen Sprofsbildung. Sie gewinnen an Interesse, wenn sie nicht als anknüpfungslose Gestalten neben fremdartigen Formen auftreten, sondern als Endglieder von Reihen erscheinen, die innerhalb eines begrenzten Verwandtschaftskreises eine Stufenfolge morphologischer Gestaltungen in der Richtung zum Sprofsbau darstellen; denn es erscheint natürlich anzunehmen, dafs diese Reihen dem genetischen Entwickelungsgange der Formen entsprechen und die verschiedenen Wege andeuten, welche zur cormophytischen Sprofsbildung geführt haben.

Von diesem Gesichtspunkte wird es wichtig, die Existenz solcher Reihen aufzusuchen und den Gang nachzuweisen, den sie bei der Bildung ihrer Formen genommen haben. —

In den verschiedenen Abtheilungen der Algen führen mehrere, derartig anwachsende und gleichsam parallel verlaufende Reihen vom einfachen confervenartigen Wuchstypus zum Sprofsbau.

Unter den Florideen bildet die reich entwickelte Ceramien-Reihe, deren Umfang über die eigentlichen Ceramiaceen hinausgeht, ein Beispiel dieser Art. Unter den Süfswasseralgen scheinen die Conferveen und Ulotricheen Anfänge solcher Reihen zu bilden, die jedoch sich früh in Nebenwege verloren haben.

Eine bei Weitem vollkommener entwickelte und fast geradlinig von confervenartiger Gestalt bis zum Sprofsbau hinführende Reihe stellt unter den Phaeosporeen wieder die Sphacelarien-Reihe dar. Sie umfafst

SMITHSONIAN
MAY 12 1999
LIBRARIES

die Ectocarpeen, die eigentlichen Sphacelarieen und einige sich daran unmittelbar anschliefsende kleinere Gattungen.

Das Endglied dieser letzteren Reihe, die Gattung *Cladostephus*, zeigt mancherlei noch nicht genügend gewürdigte Anknüpfungen an den Wuchs der Cormophyten und erscheint nach dieser Richtung als eines der vollkommensten Beispiele unter den tallophytischen Gewächsen. Die Ectocarpeen, welche die niedrigsten Glieder der Reihe bilden, sind Pflanzen von rein confervenartigem Wuchse. Die mittleren Glieder der Reihe, die Sphacelarien und die Gattungen *Halopteris*, *Stypocaulon* u. s. w. differenziren sich in ihrem Bau und in den morphologischeu Verschiedenheiten ihrer Verzweigungssysteme immer mehr und nähern sich hierin fast schrittweise der sprofsartigen Gliederung und dem Bau von *Cladostephus*. — So erscheint die Art und Weise, wie die Sphacelarien-Reihe in *Cladostephus* ihre deutlichere und befestigtere cormophytische Gestaltung gewinnt, wohl geeignet einige Correlationen zwischen anatomischem Bau, Ursprung und Gestalt der Verzweigungssysteme hervortreten zu lassen. —

Die vergleichende Betrachtung der Anlage, des Ortes und der Verschiedenheiten der Verzweigungssysteme einzelner Glieder dieser Reihe wird diese Beziehungen am deutlichsten veranschaulichen.

Als Grundlage der Vergleichung habe ich im Nachfolgenden zwei Glieder der Sphacelarien-Reihe in ihrem Bau und der Entwickelung ihrer Verzweigungssysteme ausführlicher beschrieben: den *Cladostephus verticillatus*, als das am vollkommensten differenzirte Glied der Reihe, und die *Sphacelaria olivacea*, als eine der niedrigeren Formen, in welchen die Differenzirung der Zweige noch kaum bemerkbar vorgeschritten ist. In die Beschreibung dieser beiden Formen habe ich die Vergleichungsmomente, welche die mittleren und die niedrigeren Glieder der Reihe darbieten, soweit es für die vorliegende Aufgabe zweckmäfsig schien, gleich aufgenommen. Die allgemeineren Folgerungen, die sie gestatten, halte ich für gut der specielleren Ausführung schon hier vorhergehen zu lassen und um Wiederlolungen von Bekanntem möglichst zu vermeiden, verweise ich in Bezug auf den Bau namentlich der mittleren Glieder der Reihe auf die Untersuchungen von Geyler[1]). —

---

[1]) Jahrbücher f. wiss. Bot., Bd. IV. Zur Kenntnifs der Sphacelarien.

Die ersten Verschiedenheiten, welche in den Verzweigungsformen dieser confervenartig beginnenden Reihe hervortreten, werden durch die Anlage der Früchte gegeben und beginnen vegetativ mit der Bildung von Trichom-artigen Spitzen und selbständigen Trichomen. Die einen wie die anderen erscheinen nur als ursprünglich gleichartige, nach verschiedenen Richtungen in ihrem Wachsthum gehemmte und modificirte Zweigtheile. In einem weiteren Schritte sind es dann ganze Zweige, die diese Modificationen erfahren. Hierauf beschränken sich die Unterschiede in den niederen Ectocarpus-Arten.

Später treten weitere Verschiedenheiten zwischen den rein vegetativen Zweigformen hinzu, die zuerst nur durch geringe Erscheinungsäufserungen bemerkbar als Entwickelungshemmungen der einen, als Entwickelungsförderungen der anderen Zweige sich geltend machen. Ziemlich regellos sieht man auf dieser Stufe, für welche die eigentlichen Sphacelarien zahlreiche Beispiele liefern, neben einander Zweige mit früher und Zweige mit später erlöschendem Wachsthume, d. h. Kurz- und Langtriebe auftreten, die jedoch kaum noch Anhaltspunkte für die Unterscheidung an die Hand geben und neben welchen die früher hervorgetretenen Verschiedenheiten der Trichome bald bestehen, bald fehlen können. — Nach und nach gewinnen diese Verschiedenheiten an Ausdruck, Beständigkeit und Mannigfaltigkeit; so in den reicher gestalteten *Chaetopteris*-, *Halopteris*-, *Stypocaulon*-Formen. Noch später treten dann weitere Unterschiede unter den begrenzten und unbegrenzten Verzweigungen bestimmter gesondert hervor und so trennen sich schliefslich in dem Endgliede der ganzen Reihe, in der Gattung *Cladostephus*, die Verzweigungssysteme scharf in die verschiedenen Modificationen der Zweig- und Blatt-Formen.

Für diese Verschiedenheiten nach Charakteren zu suchen, welche den morphologischen Werth in jedem Falle und in allen Formen bestimmen, ist deshalb verlorene Mühe, weil die morphologischen Unterschiede, ihrer Natur nach nicht identisch, den mannigfaltigsten nach verschiedenen Richtungen zunehmenden Wachsthumsabweichungen entsprechen. Eine Ansicht, die ja jetzt unter den Morphologen immer allgemeinere Geltung gewinnt. Allein nichts desto weniger läfst sich ein deutlicher Zusammenhang der morphologischen Gestaltung mit dem Bau und dem Ursprung der Sprossungen nicht verkennen.

Dis ersten Andeutungen einer Verschiedenheit der Verzweigungen treten, wie ja schon bei einzelligen Pflanzen, so auch hier schon bei den niedrigsten Formen dieser Reihe, den rein confervenartigen Ectocarpus-Arten, die noch keinerlei Differenzirung ihres Gewebes zeigen, auf.

Allein erst mit der deutlichen Sonderung des Gewebes in Dauer- und Bildungszellen und namentlich mit der fortschreitenden Localisirung der letzteren am Scheitel der Thallome und mit der Trennung des Gewebes der Axe in centrales und peripherisches Gewebe, wodurch die Grundlage für einen immer schärfer ausgesprochenen, differenten Ursprung der Seitensprossungen aus ungleichwerthigen Gewebselementen gewonnen wird, beginnen jene morphologischen Unterschiede bemerkbar zu werden, die nach und nach einen bestimmteren Charakter erhalten.

Die geringeren, zuerst allerdings noch wenig ausgesprochenen Abweichungen der Zweige werden neben Trichomen und Fruchtästen schon bei den kleineren, mit einer Scheitelzelle wachsenden Sphacelarien bemerkbar, deren weitere Gliederung in der Struktur noch eine gröſsere Unbeständigkeit zeigt. Auch die Entstehung der Thallomzweige erscheint hier noch nicht fest an bestimmte und getrennte Ursprungsstellen gebunden; nur die am frühesten gebildeten Differenzen, Haare und Fruchtäste beginnen schon in einigen Formen ihre Stellung schärfer zu fixiren.

In den in der Differenzirung weiter vorgeschrittenen Gliedern der Reihe — namentlich in den Gattungen *Halopteris*, *Stypocaulon*, *Chaetopteris* — werden dann die Unterschiede auch der rein vegetativen Zweigformen bedeutender, zeigen aber noch keine scharfe Trennung und weisen noch immer zahlreiche Uebergangsstufen auf. Auch in ihrem Ursprunge erscheinen jetzt die Thallomformen zwar schon an genau fixirten Stellen der Mutteraxe; allein noch immer sind die Ursprungsstellen für mehrere der Thallomformen gemeinsam. Kurztriebe und Langtriebe nehmen noch denselben Ursprung, zeigen zahlreiche Mittelstufen und vertreten sich gegenseitig; ebenso wieder Trichome und Fruchtäste unter sich. Auch beginnen schon weitere Unterschiede unter den Langtrieben und unter den Kurztrieben sich auszubilden. Es treten Adventivsprosse neben normalen Verzweigungen auf und die Kurztriebe zeigen verschiedenartige Beziehungen zu den Fruchtästen und Haaren. —

An den höchst differenzirten Endgliedern der Reihe — an den *Cladostephus*-Arten — sehen wir schliefslich alle diese Unterschiede der Thallomformen constant und zugleich in ihrem Ursprunge genau fixirt werden. Es treten gar nicht oder nur äufserst selten noch schwache Andeutungen von Uebergängen zwischen ihnen auf und die Thallomformen erscheinen nun nicht mehr als differente Ausbildungssufen derselben Form, sondern als ursprünglich differente Anlagen. Zugleich ist mit der Differenz auch die Mannigfaltigkeit der Thallomformen gewachsen. Normale Verzweigungen und Adventivsprosse, Blätter und Fruchtblätter, Fruchtäste, Haare und Wurzelfäden treten als durchaus individualisirte und streng geschiedene Thallomformen auf und dem entsprechend hat jede derselben nun ihre gesonderte Ursprungsstelle.

So bei *Cladostephus*. Hier gehen die normalen Verzweigungen aus Dichotomien des Scheitels; die Adventivsprosse aus den Centralzellen der Axe; die Blätter aus den ältesten Rindenzellen; die Fruchtblätter — d. h. eine höhere Stufe der Blattmetamorphose, die hier auftritt — aus den allerletzten Zellen-Generationen der Rinde; die Haare aus dem Scheitel der Blattzipfel; die Fruchtäste aus den Gliedern der Fruchtblätter hervor.

Während daher in den niedrigeren und mittleren Gliedern der Reihe die Thallomformen in ihrer äufseren Gestalt noch mancherlei Schwankungen zeigen und in ihrem Ursprung selbst noch wechselnd gleichsam die richtige Stelle für ihre Anlage zu suchen scheinen, haben dieselben in dem Endgliede der Reihe jede bereits einen festen Platz, eine gesonderte Ursprungsstelle und hiermit zugleich einen individuellen Ausdruck gewonnen.

Es läfst sich daher innerhalb dieser Entwickelungsreihe des confervenartigen Typus zur Sprofsbildung durchaus nicht verkennen, dafs die morphologischen Differenzen erst mit dem gesonderten Ursprung der Thallomformen an Beständigkeit und Ausdruck gewinnen und eine festere Charaktereigenthümlichkeit annehmen.

Die Verzweigungen ursprünglich gleichwerthig, werden im Laufe der Formen-Entwickelung bald die einen, bald die anderen in ihrem Wachsthume gehemmt oder gefördert. Hemmung und Förderung treffen unter den begünstigenden Bedingungen, die in der Gestalt der sich verzweigenden Axe liegen, zuerst vorzugsweise, dann nothwendig mit ge-

wissen Stellungen zusammen. Diese Verhältnisse erscheinen zuletzt, wenn sie beständiger geworden, an die Stellung und den Ursprung geknüpft. Entschiedenere morphologische Unterschiede und schärfer definirte Abweichungen werden daher immer eine nachweisbare Differenz im Ursprung voraussetzen lassen, und die Gröfse der morphologischen Verschiedenheit zweier Zweigsysteme wird daher gleichfalls dem Betrage der Differenzen ihrer Ursprünge entsprechen.

Dies darf jedoch nicht so verstanden werden, als ob innerhalb der ganzen Formenreihe eines Verwandtschaftskreises die verschiedenen Verzweigungssysteme sich durch eine constante Ursprungsstelle marquiren müfsten. Vielmehr treten ihre Ursprungsstellen in der Entwickelung der Reihe nur nach und nach aus einander und gewinnen dadurch oft auch neue Stellungen; aber bei jeder einzelnen Form des Verwandtschaftskreises erscheint die morphologische Differenz der Verzweigungssysteme desto gröfser, je mehr sich ihre Ursprungsstellen auf dieser Stufe bereits von einander entfernt haben. —

Neben dem Bau der Gestalt verlangt auch die Fructification der Sphacelarieen noch eine eingehendere Darstellung. Ihre Sporangien sind nur ungenügend bekannt. Die älteren Autoren haben ohne Kenntnifs oder doch ohne Berücksichtigung der Zoosporen den Inhalt der Sporangien, und zwar vorzugsweise der uniloculären Sporangien, theils für eine einzige grofse Spore angesehen, theils haben sie die Sporangien, und zwar meist die gefächerten Sporangien, jedoch ohne scharfe Unterscheidung beider Formen für Antheridien erklärt. Dies gilt selbst noch von den Darstellungen und Zeichnungen bei Harvey, Kützing und Meneghini. Ihre Angaben würden daher, soweit sie vor den Untersuchungen von Thuret über die zweierlei Sporangienformen des Phaeosporeen liegen, eine bis ins Einzelne gehende kritische Beurtheilung und Revision verlangen, für die hier der Ort nicht ist und die nur ein historisches Interesse beanspruchen könnte. In neueren Schriften finden sich aber nur vereinzelte und beiläufige Angaben ohne eingehendere Beschreibung und ohne sorgfältige bildliche Darstellung[1]).

---

[1]) Die mir bekannt gewordenen neueren Angaben über die Sporangien der Sphacelarieen, mit Ausschlufs der Ectocarpeen, beschränken sich auf folgende Notizen:

In dieser Hinsicht sollen gleichfalls die nachfolgenden Mittheilungen über *Cladostephus verticillatus* und *Sphacelaria olivacea*, die auf älteren zum Theil schon vor vielen Jahren ausgeführten Untersuchungen beruhen, die vorhandenen Lücken ausfüllen. Ich habe die Fructificationen am vollständigsten an *Cladostephus verticillatus* beobachtet; die hier und an *Sphacelaria olivacea* erlangten Ergebnisse werden die unvollständigeren bei anderen Sphacelarien ergänzen und zur richtigen Beurtheilung der älteren Angaben dienen können.

I. Sporangien, Fruchtblätter und Wuchs von Cladostephus verticillatus.

Cladostephus verticillatus ist ein mehrjähriges Gewächs, dessen Sprosse eine normale Vegetationspause besitzen. Seine mehrjährigen, an ihrer Spitze weiterwachsenden Sprosse zeigen Erscheinungen, wie sie bei den ausdauernden Sträuchern und Bäumen wahrgenommen werden, und verdienen auf dieser niederen Stufe der Vegetation eine eingehendere Beachtung.

Die Pflanze erzeugt ferner neben den an ihr bereits unterschiedenen Trichomen und vegetativen Seitentrieben, denen der Werth von Blättern nicht abgesprochen werden kann, noch besondere, eigenthümliche Seitenorgane, die sich bei näherer Untersuchung als eine modificirte Form der vegetativen Seitentriebe, die der Fructification dient, zu erkennen geben und daher den Werth wahrer Fruchtblätter besitzen. Auch in der Blattbildung erreicht daher diese Pflanze eine höhere, uuter Tallophyten ungewöhnliche Stufe.

Thuret führt (Ann. d. sc. nat. IV. Sér. Bot. Tome III (1855) pag. 14) in einer namentlichen Aufzählung der Gattungen, die er zu den Phaeosporeen rechnet, auch *Cladostephus* auf und erwähnt auch noch an einer anderen Stelle (in Le Jolis Liste des Algues marines de Cherbourg 1863. pag. 22) vorübergehend, dafs die Sphacelarien zweierlei Sporangien besitzen, ferner hat auch Areschoug (Oefversigt af Kongl. Vetenskops-Akademiens Förhandl. 1870. Stockholm pag. 938) in einer gelegentlichen Bemerkung die Existenz von zweierlei Sporangien bei *Sphacelaria cirrhosa* und *plumosa*, allein gleichfalls ohne genauere Beschreibung und Abbildung angedeutet.

Endlich lassen sich an ihr auch noch zweierlei verschiedene Sprofsarten, Dichotomien und Adventivsprosse unterscheiden.

Geyler unterscheidet die verschiedenen Formen der Thallome der Spacelarieen nach dem Vorgange von Cramer bei den Ceramiaceen als Lang- und Kurztriebe.

Diese Unterscheidung läfst sich wohl für einzelne, aber nicht für alle Gattungen festhalten. Bei *Cladostephus* nehmen die Kurztriebe schon den Charakter wahrer Blätter an, bei den Ectocarpeen und den kleineren Sphacelarien ist selbst der Unterschied von Lang- und Kurztrieben zu weit gehend oder bezeichnet doch den Charakter der vorhandenen Verschiedenheiten nicht. Geyler selbst läfst ihn für diese kleineren Formen fallen.

Offenbar ist mit der Unterscheidung von Lang- und Kurztrieben nur eine jener Verschiedenheiten mittleren Grades unter den Trieben erfafst, die nicht vollkommen die Differenzen erreichen, welche zwischen ausgesprochenen Axen- und Blatt-Organen bestehen. Unter diesem Vorbehalt kann man die Bezeichnung von Lang- und Kurztrieben wohl festhalten, und es wird von individuellen Auffassungen abhängen, ob man in der Unterscheidung weitergehend gewisse Kurztriebe schon als Blätter bezeichnen soll oder nicht.

Für die Sphacelarieen im weitesten Umfange scheint es mir am natürlichsten, bei den Ectocarpus-Arten und den kleineren Sphacelarien bezüglich ihrer Triebe nur Stämme und Zweige zu unterscheiden; bei den gröfseren Sphacelarien und den aus ihnen gebildeten Gattungen wird man mit Geyler die Unterscheidung von Lang- und Kurztrieben zweckmäfsig beibehalten; wogegen bei *Cladostephus* wieder die Unterscheidung von Stämmen und Blättern sich aus dem ganzen Verhalten der Organe schon vollkommen rechtfertigt.

Hiernach besteht *Cladostephus verticillatus* aus einem System dichotomisch verzweigter Stämme, die mit zahlreichen vielgliedrigen Blattwirteln besetzt sind. Stämme und Blätter wachsen durch aufeinanderfolgende Theilungen ihrer Scheitelzellen (I. 1; IV. 6; II. 5—9).

Wie hierbei erst primäre (IV. 6*p*), dann durch deren Theilung secundäre Gliederzellen (IV. 6*s*) angelegt werden und wie dann durch die in bestimmter Folge und Richtung auftretenden Wände in diesen secundären Gliederzellen das Gewebe der Glieder sich aufbaut (IV. 6*p*″)

und in Mark (Centralzellen-Gewebe Geyler) und Rinde sich scheidet, dies ist schon durch Geyler, wie für die Sphacelarieen überhaupt, so auch für *Cladostephus* dargelegt worden. Ich werde auf diese an sich äufserst durchsichtigen Vorgänge — die unmittelbar aus den Figuren zu beurtheilen sind (I—IV) — nur eingehen, soweit es für die morphologische Charakteristik der Organe nöthig wird. —

Es ist nun gleich hier zu erwähnen, dafs auch das Gesetz der Zellenfolge, welches bei den ersten Theilungen der Scheitelzelle und beim Aufbau der Glieder aus der secundären Gliederzelle Geltung hat, erst allmälig und stufenweise in den ansteigenden Formen der Reihe sich entwickelt. Es herrscht in diesen Vorgängen unverkennbar bei den niederen Formen — so bei den kleineren Sphacelarien, obgleich diese schon mit einer Scheitelzelle wachsen — noch eine gröfsere Freiheit als bei den höheren und bei diesen wieder in den Seitenverzweigungen niederen Grades noch eine gröfsere Freiheit als bei den Hauptaxen. Die Theilung der primären Gliederzellen in secundäre schwankt noch in den niedrigen Formen, indem sie an derselben Form in gleicher Häufigkeit bald erfolgt, bald unterbleibt — so z. B. an *Spacelaria olivacea* und *tribuloides*. — Erst in den höheren Formen gewinnt sie an Constanz und kann selbst bei *Cladostephus* noch in einzelnen Fällen, so bei Anlage der letzten Glieder vor der schliefslichen Erschöpfnng des Wachsthumes der Sprosse, unterbleiben (III. 1). Aehnliches gilt für die Zellenfolge in den Gliedern. In den morphologisch differenzirteren Formen zeigen dann die Verzweigungen von begrenzterem Wachsthume — Kurztriebe und Blätter — noch die gröfsere Freiheit, die in den Langtrieben und Axen schon einer genauer fixirten Gesetzmäfsigkeit Platz gemacht hat. —

Bei den Stämmen von *Cladostephus* wachsen die angelegten Glieder später noch in die Länge; bei den Blättern ist dies nicht der Fall. Auch dies ist schon ein auffallender Unterschied der beiden Sprossungsformen bei *Cladostephus*, der bei den niedrigeren Gattungen der Sphacelarien-Reihe an Lang- und Kurztrieben noch gar nicht oder kaum andeutungsweise vorhanden, gleichfalls die schrittweise Vervollkommnung der Hauptaxen innerhalb der Reihe darlegt.

Während die Anlage der Blattwirtel, wie ich später noch genauer zeigen werde, in den primären Randzellen ihren Sitz hat (I. 1*b*), erfolgt die Verzweigung der Stämme bei *Cladostephus* niemals durch Aus-

wachsen der Randzellen; sondern theils durch Dichotomien der Scheitelzelle, theils durch Bildung von Adventivsprossen. —

Geyler nimmt an, dafs die Verzweigung der Langtriebe (Stämme) bei *Cladostephus* aus einem geförderten Wachsthume einzelner Kurztriebe (Blätter nach mir) hervorgehe. Wäre dies der Fall, so wäre allerdings die Differenz zwischen Lang- und Kurztrieben auch bei *Cladostephus* kaum viel gröfser als bei *Halopteris*, *Stypocaulon* u. s. w., allein dies ist bestimmt nicht so. Schon die anatomische Verbindung der wahren Zweige von *Cladostephus* mit ihrem Mutterstamme und die dichotomische Spaltung des Markgewebes bei den Dichotomien, die jeder Längsschnitt zeigt, sowie der deutliche, seitliche Uebergang des Markgewebes der Hauptstämme in das Markgewebe der Aeste bei den Adventivzweigen im Gegensatz zu dem blofs seitlichen Anlegen der Blattbasen auch der ältesten Blätter (II. 1. 2) an das Markgewebe der Stämme läfst hierüber keinen Zweifel und weist schon darauf mit Entschiedenheit hin, dafs die eigentlichen Zweige von *Cladostephus* und die Kurztriebe (Blätter) verschiedene Bildungen sind und auch einen verschiedenen Ursprung haben müssen.

Aber schon die anatomischen Verhältnisse zeigen ferner, dafs die Zweige auch unter sich verschiedenen Ursprungs sind und führen bereits auf die Unterscheidung von Dichotomien und seitlichen Verzweigungen. —

Was die Dichotomien betrifft, so giebt Decaisne in einem älteren Aufsatze[1]) an, dafs die Verästelung der *Cladostephus*-Stämme durch eine Gabelung der Scheitelzelle vermittelst einer axilen Längswand erfolge, welche die Scheitelzelle halbire. Einen ähnlichen Fall will auch Kny[2]) beobachtet haben. —

Auch diese Darstellung entspricht jedoch nicht dem wahren Sachverhalt. Die Scheitelzelle zerfällt hierbei nicht einfach durch Bildung einer axilen Theilungswand in zwei gleiche Tochterzellen, sondern wird durch einen complicirten Vorgang in 3 Stücke getheilt; zwei neue Scheitelzellen und ein Endstück der alten Axe.

Es wird, wie die Zeichnungen (I. 3. IV. 4. 5) dies darstellen, zuerst ein Stück der Scheitelzelle durch eine von ihrem wahren Gipfel seitlich

---

[1]) Ann. d. sc. nat. 2. série tome 17 pag. 374.

[2]) Sitzungsberichte der Gesellsch. naturf. Freunde zu Berlin vom 21. Nov. 1871.

nach unten gerichtete Scheidewand I. (IV. 5) abgeschnitten. Die neugebildete Zelle *a* ist die Mutterzelle des einen entstehenden Gabelastes. In dem Reste der alten Scheitelzelle entsteht nun durch eine zweite jener ersten aufgesetzte und nach entgegengesetzter Seite geneigte Scheidewand II eine Theilung, durch welche die Mutterzelle *b* des zweiten Gabelastes angelegt wird und zugleich der Abschlufs jener besonderen Zelle *c* — des Restes der ursprünglichen Scheitelzelle — vollendet wird, welche nun die Gabelbasis bildet und an welcher beide Gabeläste einen Antheil haben. Aus der zelligen Umbildung dieser dritten Zelle *c* entsteht jenes eigenthümliche Endstück (I. 3*c*; IV. 4*c*) des nun getheilten Stammes, in welchem die in die Gabeläste eintretenden Gewebespaltungen des Markes liegen. Dieses Stammstück, welches Verzweigungsknoten genannt werden mag, ist kein gewöhnliches Glied des Stammes; es unterscheidet sich von diesem wesentlich durch die späteren Theilungen und gehört, wenn man will, allen 3 Sprossungen an, die es verbindet; dem ursprünglichen Stamme, der in demselben sein Ende findet und beiden Gabelästen, die in demselben ihren Anfang nehmen. Der gesammte Vorgang charakterisirt sich daher als eine sichtbare Erschöpfung der ursprünglichen Scheitelzelle unter Bildung zweier neuer Scheitelzellen und des Verzweigungsknotens. Die entstehenden Dichotomien zeigen unter sich nur den Unterschied, dafs der eine Ast (*a*) in seiner Anlage dem anderen (*b*) um seinen ersten Schritt, die Bildung seiner Basalwand, voraus ist und daher auch sein Wachsthum früher aufnimmt. Im Uebrigen können sie sich völlig gleichartig entwickeln. Wo dies nicht der Fall ist, treten unter ihnen nur diejenigen Verschiedenheiten auf, welche überhaupt durch die individuell bald stärkere, bald schwächere Ausbildung eines Astes hervorgerufen werden. Was aber das Wesentliche ist: in Bezug auf den Stamm, aus welchem beide Gabeläste ihren Ursprung nehmen, und in ihrem Antheil an dem Verzweigungsknoten erscheinen sie als gleichwerthig.

Vergleichen wir nun diese Vorgänge in der Scheitelzelle bei den Dichotomien von *Cladostephus* mit den Verzweigungen der Scheitelzelle bei den mittleren Gliedern der Sphacelarien-Reihe, bei welchen die Zweige gleichfalls in der Scheitelzelle ihren Ursprung nehmen, zum Beispiel bei der Gattung *Halopteris*, so erscheint bei *Cladostephus* nach zwei Richtungen ein unmittelbarer Fortschritt in der Differenzirung der Verzwei-

gungssysteme gewonnen. Einmal in der Trennung des Ursprunges von Lang- und Kurztrieben; dann aber in dem Schritte von der seitlichen Verzweigung zur Dichotomie.

Bei *Halopteris* (VIII. 1. 3. 4. 5. 6) werden die Verzweigungen noch als Langtriebe und Kurztriebe gemeinsam in der Scheitelzelle angelegt. Der Unterschied zwischen der Theilung der Scheitelzelle bei der Verzweigung von *Halopteris* und *Cladostephus* besteht aber darin, dafs bei *Halopteris* nur eine einzige neue Wachsthumsrichtung entsteht (VIII. 1. 5), durch welche die alte Scheitelzelle in ihrer Richtung zwar abgelenkt wird, aber doch als solche bestehen bleibt. Es unterbleibt eben die Bildung jener zweiten Scheidewand, welche bei *Cladostephus* eine der erstangelegten nahezu symmetrische zweite junge Scheitelzelle bildet und hiermit unterbleibt zugleich die Bildung jenes Verzweigungsknotens, welcher bei der Erschöpfung der alten Scheitelzelle von *Cladostephus* entsteht; vielmehr wird durch die folgende Scheidewand (III in Fig. 4. 5. 6. Taf. VIII) nur in der gewöhnlichen Weise ein neues gleichartiges Glied zu den älteren Gliedern des Stammes hinzugefügt. — Ich fasse daher wie alle früheren Beobachter den Wuchs von *Halopteris* als ein einfaches Monopodium auf. Die Zweige erscheinen hier auch in Uebereinstimmung mit ihrer Bildungsweise den Gliedern des Muttersprosses nur seitlich aufgesetzt[1]).

---

[1]) In den Veröffentlichungen der Gesellschaft naturforschender Freunde sind über einzelne der im Text dieses Aufsatzes berührten Punkte mehrfach kürzere Auslassungen von den Herren Kny und Magnus erfolgt, die zum Theil in den längeren Zeitraum fallen, der in Folge meines Unwohlseins zwischen der Veröffentlichung meines Aufsatzes und dem Vortrag des ersten Theiles desselben in der Sitzung der Akademie der Wissenschaften vom 11. April 1872 liegt. Ich kann nicht jede einzelne dieser abweichenden Ansichten hier besonders erörtern und verweise den Leser deshalb auf die Berichte der naturforschenden Gesellschaft aus den Jahren 1871 und 1872.

Als wesentlicher will ich jedoch das Folgende hier noch hervorheben. Herr Kny scheint seine Ansicht von der Längstheilung der Scheitelzelle von *Cladostephus* aufgegeben zu haben (a. a. O. 17. December 1872). Herr Magnus betrachtet den Wuchs von *Halopteris* als ein Sympodium (a. a. O. 15. October 1872) und will anch die Bildung der Haare bei den Sphacelarien und die Verzweigung der Kurztriebe (Blätter nach mir) von *Cladostephus* auf einen sympodialen Verzweigungsmodus zurückführen und behauptet ferner in einer späteren Bemerkung (a. a. O. 17. December 1872), dafs die Verzweigung von *Cladostephus* ähnlich, wie die der wirteligen Kurztriebe (Blätter nach mir) erfolgt. Meine abweichenden Darstellungen sind im Text ausführlich dargelegt. Die Verzweigung

Die seitlichen Anlagen in der Scheitelzelle von *Halopteris* werden nun, wie es scheint, regellos bald Lang- bald Kurztriebe (VIII. 1). Gewifs ist, dafs ursprüngliche Verschiedenheiten dieser Anlagen schon bei ihrer Entstehung in der Scheitelzelle vorhanden sind. Es ist möglich, dafs die Erstarkung gewisser Seitenzweiganlagen zu Langtrieben damit zusammenhängt, dafs bei ihrer ersten Anlage die seitliche Scheidewand in der Scheitelzelle entweder höher hinaufgreift oder ein gröfseres Stück aus der Scheitelzelle abschneidet. Doch ist es mir bei den geringen Anhaltspunkten für die künftige Ausbildung der Anlagen trotz vieler Messungen noch nicht gelungen, das Eine oder das Andere sicher zu stellen. —

Bei *Cladostephus* ist nun wiederum die rein seitliche Verzweigung der Scheitelzelle, wie sie in *Halopteris* auftritt, schon ganz auf die Sprossungsformen niederen Grades, auf die Blätter beschränkt. Auch hier wird bei der Verzweigung der Blätter, die zur Bildung der Blattzipfel führt, jedesmal bei der Anlage eines Zipfels in der Blatt-Scheitelzelle (V. 7. 8. 9. 10) der Hauptstrahl des Blattes zur Seite gelenkt und dies geschieht — weil die Bildung der Zipfel fast regelmäfsig einseitig auf der Rückseite des Blattes erfolgt — gewöhnlich in der Richtung zum tragenden Stamme hin. —

Neben den Dichotomien treten bei *Cladostephus* und den in dem Grade der Differenzirung nächststehenden Gattungen, so z. B. bei *Halopteris*, noch Adventivsprosse auf. Diese nehmen schon nicht mehr ihren Ursprung in der Scheitelzelle sondern in den Gliederzellen und zwar gewöhnlich in den secundären Gliederzellen (IV. 2) ausnahmsweise nur und zwar in denselben Fällen, in welchen die Theilung in secundäre Gliederzellen unterbleibt, auch in den primären Gliederzellen (IV. 3).

---

von *Cladostephus* in der Scheitelzelle der Stämme gilt mir als eine bemerkenswerthe Form der Dichotomie. Daneben unterscheide ich bei dieser und den nächststehenden Gattungen Adventivsprosse, die aus Centralzellentheilen der Glieder entspringen. Die Bildung der Haare, der Blattzipfel bei *Cladostephus* und der Zweige (Lang- und Kurztriebe) bei *Halopteris* fasse ich wieder als eine Form seitlicher Verzweigung aus der Scheitelzelle auf, die eine Art Uebergang zur Dichotomie von *Cladostephus* darstellt und keinesfalls den sympodialen, sondern den rein monopodialen Verzweigungsformen angehört. Genaueres hierüber soll noch im Zusammenhange aller Verzweigungsformen, die bei den Sphacelarien auftreten, am Ende dieses Aufsatzes folgen. —

Zur Anlage eines Adventivsprosses unterbleibt bei der zelligen Ausbildung einer Gliederzelle in einem der ursprünglichen Quadranten die Entstehung der Rindenzellen mindestens einseitig[1]). Es existirt demnach in solchen Fällen in dem Gliede eine Zelle, die von der Peripherie bis zum Centrum reicht. Diese Zelle ist die Mutterzelle des Adventivsprosses, ich will sie als Innovations- oder Brutzelle bezeichnen. — Solche Brutelzlen finden sich bei *Cladostephus* nur hier und da in einzelnen Gliedern ohne erkennbare Ordnung; auch in den Gliedern der Blätter sind entsprechende Bildungen durch partielle Unterdrückung der Rindenzellen vorhanden, hier aber sah ich diese niemals auswachsen; sie scheinen demnach in den Blättern von *Cladostephus* nur noch als rudimentäre Bildungen aufzutreten, die als Spuren der genetischen Hervorbildung der Blätter aus den Langtrieben hier noch zurückgeblieben sind. Bei einigen niedrigen Formen zeigen diese Brutzellen noch eine ganz regelmäfsige Anordnung und Stellung in den aufeinanderfolgenden Gliedern und sind die Bildungsstätten eigenthümlicher Zweigmodificationen, z. B. der sogenannten Brutknospen, die bei einigen Sphacelarien vorkommen. Diese Brutzellen werde ich noch ausführlich für *Sphacelaria olivacea* zu beschreiben haben.

Die Basis des Adventivzweiges (II. 1*a*) nimmt daher am Muttersprosse stets die Höhe einer ganzen secundären — in anderen Fällen auch einer primären — Gliederzelle ein, während, wie ich später zeigen werde, die Basis eines Blattes höchstens der halben Höhe einer secundären Gliederzelle gleichkommen kann.

Die Verbindung des Markgewebes zwischen Stamm und Adventivsprofs wird dadurch hergestellt, dafs die ersten Markzellen innerhalb der Adventivsprofs-Anlage, die ja bis zum Centrum des Stammes reicht, unmittelbar in Verbindung mit dem Marke des Stammes bleiben und als seitliche Zweige des Stamm-Mark-Gewebes erscheinen. Es existirt daher hier nicht wie bei den Dichotomien ein beiden Zweigen gemeinsam angehöriger Verzweigungsknoten (man vergleiche z. B. auch die Figuren 2. 3. 4. Taf. IV), sondern an der Verzweigungsstelle setzt sich dem Stammgliede seitlich ein neues, dem Zweige angehöriges, erstes Glied an. —

---

[1]) Ueber diese Rindenzellenbildung vergleiche man Geyler a. a. O.

Ganz verschieden nun sowohl von den Dichotomien als von den Adventivsprossen nehmen, wie bereits vorübergehend erwähnt, die Blätter bei *Cladostephus* ihren Ursprung ausschliefslich aus den Rindenzellen der Glieder.

Die ersten peripherischen Zellen oder die Randzellen der Glieder, welche bei der Scheidung des Gewebes der Glieder in centrales und peripherisches Gewebe gebildet werden, sind die Mutterzellen der Blätter und zugleich die Mutterzellen der Rinde (III. 1; II. 2). Die Randzellen (III. 1*r*) verhalten sich hierbei schon wie wahre Scheitelzellen, indem sie an ihrem oberen Ende seitlich hervorwachsen und zugleich durch Wände, die auf ihrer Wachthumsrichtung senkrecht stehen, die Blattglieder anlegen. Allein die ersten auf diese Weise gebildeten Glieder liegen noch im Stamme selbst und verhalten sich von vornherein und später etwas abweichend. Sie bilden die primäre Rinde des Stammes und mögen als Blattbasis bezeichnet werden. Innerhalb dieser Blattbasis erscheinen wieder die oberen Glieder, die schon in dem papillenartig hervortretenden Ende der Randzelle liegen, von dem untersten meist scharf abgegrenzt und machen den Eindruck eines eigenthümlichen Uebergangsgliedes zwischen Rinde und Blatt. Dasselbe soll hier als Basilarknoten des Blattes bezeichnet werden (III. 1*b*; II. 2*b*). — Die abgegrenzten Basilarknoten der Blätter entsprechen daher mit ihrer Basis etwa der halben Höhe einer secundären Gliederzelle.

Sämmtliche Randzellen können sich in der beschriebenen Weise verhalten und dies ist auch gewöhnlich der Fall. So entsteht dann an jedem secundären Gliede ein mehr oder weniger vollständiger, vielgliedriger Blattwirtel (I. 1), dessen einzelne Glieder mit ihrer Basis nahezu die Hälfte der ursprünglichen Höhe der secundären Stammglieder einnehmen (II. 1. 2. III). Von den beiden secundären Stammgliedern, die zu einem primären Stammgliede gehören, beginnt das obere mit der Bildung seines Blattwirtels früher als das zugehörige untere (siehe z. B. die unteren Glieder der Fig. 2 Taf. 2).

Endlich ist noch zu bemerken, dafs die Glieder desselben Blattwirtels nicht gleichaltrig sind, sondern in ihrem Alter und ihrer Ausbildung während ihrer Entwicklung genau der Altersfolge der Randzellen, aus denen sie hervortreten, entsprechen (I. 1).

Einzelne Zellen des Basilarknotens (III. 1. *b*. *b*. *b*.) der Blätter können aber später in derselben Weise, wie die Randzellen der Stammglieder, papil-

lös hervorwachsen und ein zweites Blatt bilden, welches unmittelbar neben dem ersten Blatte, und zwar über oder unterhalb desselben stehen kann. Diese Blätter, die ich Ergänzungsblätter nennen will, erscheinen ziemlich unregelmäfsig, sie können aber in manchen Wirteln auch gleichmäfsig an jedem einzelnen Blatte des Wirtels auftreten. Solche Wirtel bilden dann an den Stämmen eiuen eleganten Doppelkreis von Blättern, von denen die des einen Kreises die ursprünglichen Blätter des Wirtels, die des darüber oder darunter stehenden Kreises aber die Ergänzungsblätter sind. Hin und wieder können endlich auch einzelne der unteren primären Rindenzellen derartige isolirte Ergänzungsblätter erzeugen, die alsdann an dem erwachsenen Stamme auf dem Internodium zwischen den Blattknoten erscheinen. —

Es liegt daher bei *Cladostephus verticillatus* schon eine fast normale Wirtelbildung der Blätter vor, die nur noch durch die geringen Unregelmäfsigkeiten, welche die Ergänzungsblätter verursachen, etwas gestört ist. Andere Arten scheinen in dem häufigen Auftreten isolirter Ergänzungsblätter weniger vollkommene Entwicklungsstufen der Wirtelbildung zu erreichen; so dafs wieder innerhalb dieser Gattung selbst eine anwachsende Bildungsreihe normaler Wirtelstellung sichtbar wird. —

Der Anlage der Blätter folgt an den Stammgliedern fast unmittelbar schon die Bildung der starken secundären Rinde von *Cladostephus* (III. 1; II. 2). Diese entsteht aus einer bedeutenden Wucherung der primären Rindenzellen. Durch lebhafte Theilung, welche in der Richtung des Radius des Stammgliedes ausschliefslich in der jedesmal äufsersten Reihe der Rindenzellen ihren Sitz hat, gehen aus den einzelnen primären Rindenzellen gleichsam Rindenlappen hervor, die jedoch in ununterbrochenem Zusammenhange bleiben, und an die Basis der Blätter seitlich sich eng anlegen und theilweise mit derselben verwachsen; hierdurch werden die Blätter mit ihrer Basis tief in die secundäre Rinde eingesenkt (II. 1; I. 2).

Das weitere Wachsthum der Blätter zeigt ein sehr einfaches und bekannteres Verhalten. Es werden die durch Theilungen der Scheitelzelle entstandenen primären Gliederzellen in secundäre getheilt (II. 5; 7—9), und diese bilden sich unter Theilungsvorgängen, die hier eine gröfsere Freiheit zeigen, zu den Blattgliedern aus.

In den Basilargliedern der Blätter, die in der secundären Rinde stecken und aus denen die Ergänzungsblätter hervortreten können, sind auch die Theilungen der secundären Gliederzellen zur Bildung von Rinde- und Markgewebe noch denen in den Stämmen analog (II. 4*a*. *b*. *c*).

In den freien, mittleren Blattgliedern dagegen ist das Mark auf eine einzige grofse Zelle reducirt. Die Bildung der Rinde in der secundären Gliederzelle nimmt in diesen höheren Blattgliedern einen abweichenden Gang, der leicht aus dem Querschnitte jugendlicher Blätter verständlich wird. Es schneidet sich durch senkrechte Wände (II. 10*a*. *b*. 11) eine Rückenzelle (*r*) des Gliedes, dann eine Bauchzelle (*b*) ab; darauf folgt die Bildung der Seiten-Randzellen (*s'* dann *s''*) und endlich theilen sich die so entstandenen Randzellen in der Reihe ihrer Bildungsfolge succedan weiter (II. 10*b*. *c*. 11). Die Rückenseite oder vielmehr das Rindengewebe der Rückenseite der Blattglieder ist daher typisch wenigstens älter als das der Seiten- und der Bauchregion.

Die Endglieder der Blätter endlich und ihre Zipfel verjüngen sich meist nach oben und bilden die dornartigen Spitzen, mit welchen viele Blätter von *Cladostephus* endigen (III. 2. 3; V. 1—5); hierbei erscheinen die secundären Glieder dann häufig völlig ungetheilt. In anderen Fällen bilden sich jedoch auch die Endglieder des Hauptstrahles und der Zipfel des Blattes wieder zellig aus. Dies geschieht am häufigsten bei ungetheilten Blättern, die alsdann nach oben fast keulenförmig (III. 1) abschliefsen [1]).

Auch in der Bildung der Rinde der Blattglieder herrscht noch keine ganz durchgreifende Regel. Hier und da unterbleibt die Rindenbildung einseitig (II. 11*c*) oder doch die weitere Theilung der ersten Rindenzellen. Im ersteren Falle entstehen jene von mir bereits erwähnten rudimentären Innovationszellen der Blätter.

---

[1]) Die obige Darstellung der Bildungsweise der Blätter, der Ergänzungsblätter der Wirtel, der Rinde, des Baues der Blattglieder u. s. w. weicht in vielfacher Beziehung wesentlich von älteren uud neueren Angaben ab. Die Unterscheidung von Blättern und Ergänzungsblättern, des Basilarknotens und der primären Rindenzellen, der Anatomie und Rindenbildung in den verschiedenen Regionen der Blätter u. s. w. ist in den älteren Angaben nicht genügend berücksichtigt. Auf jede einzelne Angabe hier vergleichend näher einzugehen, würde jedoch zu weit führen.

Die Haarbildung der Blätter bei *Cladostephus* ist streng auf die Achsel der Blattzipfel beschränkt. Die Mutterzelle des gesammten, wie es scheint, immer vierzähligen Haarbüschels (*h* Fig. 9. Taf. V) wird von der Scheitelzelle des Blattzipfels unmittelbar nach der eigenen Abgrenzung, noch vor jeder Gliederanlage derselben abgeschieden. Sie theilt sich später succedan in vier, aus zwei nebeneinander liegenden Paaren bestehende, Zellen (V. 8 *h'*), welche in die vier Haare des Büschels auswachsen (*h'* Fig. 9. 10. Taf. V). Die Bildung der Zellen dieser Haare schreitet eigenthümlich in der Richtung von oben nach unten in der schlauchartig verlängerten Mutterzelle fort (II. 3), und ihre spätere Streckung erfolgt gleichfalls in der Reihe von oben nach unten.

Die Vergleichung von *Cladostephus* mit den niedrigen Gliedern der Sphacelarien-Reihe zeigt nun in Bezug auf Stamm-, Blatt- und Haarbildung zunächst folgende schrittweise Differenzirung.

In den Gliedern dieser Reihe, in welchen überhaupt schon Andeutungen von Differenzen zwischen Zweigen und Blättern deutlicher bemerkbar werden, entspringen diese anfangs noch gemeinsam, sei es aus den Gliederzellen (*Sphacelaria*, *Chaetopteris*), sei es aus der Scheitelzelle (*Halopteris*). In den mittleren Gliedern der Reihe gewinnen dann zuerst die Adventivsprosse und Dichotomien einen gesonderten Ursprung. Zuletzt scheiden sich die normalen Verzweigungen überhaupt durchweg streng durch ihren Ursprung von den Blättern und so wird die definitive Sonderung (*Cladostephus*) von Axen und Blattorganen gewonnen. —

Dies Verhalten drückt sich dann auch in der äufseren Gestaltung der beiden Sprossungsformen auf den verschiedenen Stufen aus.

Die dornartige Umwandlung, welche die äufserlich am meisten charakteristische Umbildung der Blätter ist, trifft bei *Cladostephus* nicht mehr die Axenspitze[1]), wohl aber noch bei *Halopteris* und *Stypocaulon* die Spitzen der noch weniger geschiedenen Langtriebe, wenn auch hier schon seltner als die der Kurztriebe.

Während ferner Lang- und Kurztriebe bei den mittleren Gliedern der Reihe anatomisch gleichartig gebaut sind, treten zwischen Stämmen

---

[1]) Unter vielen Tausend Sprossen von *Cladostephus* habe ich einen einzigen gefunden, der bei seiner Erschöpfung in eine einem Haare ähnliche Bildung auswuchs.

und Blättern bei *Cladostephus* auch schon Unterschiede in der anatomischen Anlage der Glieder hervor. Nur die Basalglieder der Blätter gleichen hierin noch den Stämmen. Die höheren Blattglieder verlieren, wie wir bereits sahen, indem sie einem anderen Theilungsgesetze folgen, das Markgewebe — es wird auf eine einzige grofse Zelle reducirt — und die obersten Glieder endlich verharren häufig für immer im einzelligen Zustande oder verhalten sich, wenn zellig ausgebildet, jedenfalls anders als die Endglieder der Stämme.

In Bezug auf die Haare ist ein Fortschritt in anderer Weise deutlich. Die Haare entstehen zwar in der ganzen Reihe ohne Ausnahme aus den Scheitelzellen, allein hier macht sich der Fortschritt in der vorschreitenden Beschränkung der Haarbildung auf die Scheitelzellen immer niederer Sprossungsformen bemerkbar. Zuerst Spitzen, dann Seitenorgane der Hauptaxen, dann Seitenorgane der Seitenaxen, werden die Haare schliefslich in die Achseln der Blattzipfel gedrängt, oder mit anderen Worten, die Umwandlung in Haare trifft schrittweise Verzweigungsformen immer niedrigeren Grades.

Ehe ich nun zur Fruchtbildung übergehe, müssen der Vollständigkeit wegen noch einige Angaben über die äufsere Gestaltung der verschiedenen Blattformen bei *Cladostephus verticillatus* vorhergehen. —

Es treten hier vielerlei untergeordnete und individuelle Abweichungen bei den Blättern derselben Pflanze, ja desselben Wirtels auf.

Die Blätter sind im Allgemeinen sichelartig gekrümmt. Die Krümmung wird dadurch hervorgerufen, dafs, wie oben angeführt, die Anlage und die Zellentheilung der Rinde in den höheren Blattgliedern auf der Rückenfläche des Gliedes beginnt und in ihrer weiteren Ausbildung der Bauchfläche um einen Schritt voran bleibt. Auf die geringe, hierbei gleichzeitig stattfindende Ausdehnung der Rückenfläche bleibt bei den Blättern von *Cladostephus* das Nachwachsen der Glieder beschränkt.

Innerhalb der gröfseren Bildungsfreiheit, die hier überhaupt noch herrscht, finden sich nun (V. 1—6; IV. 1; III; I. 4) sichelförmig gekrümmte und nicht sichelförmig gekrümmte, einfache zipfellose Blätter und ein-, zwei- und mehrzipflige; solche mit ausgebildeten Haarbüscheln und solche, bei welchen die Haarbüschel auf die Existenz der Mutter-

zelle des Haarbüschels reducirt bleiben[1]); endlich auch solche, die die Zipfel auf der Bauchseite neben den gewöhnlichen, die die Zipfel auf der Rückenseite tragen u. s. w. Alle diese Abweichungen kommen an derselben Pflanze vor; sie sind hier als Speciesunterschiede nicht verwendbar; trotzdem aber ist es auffallend, dafs hierin einzelne Exemplare und namentlich einzelne Sprosse constanter sind, und dafs daher an vielen Sprossen ausschliefslich oder fast ausschliefslich Blätter einerlei Form vorkommen. Dies geht aber ganz durcheinander und drückt vielleicht nur einen noch schwankenden, der späteren Trennung der Blattgestalten, sei es in difforme Exemplare und Arten oder blos difforme Sprosse, vorhergehenden Zustand aus. — Hin und wieder scheint die Anordnung dieser vegetativen Blattgestalten an einzelnen Sprossen sogar schon eine Stufenfolge aufzuweisen, die an die Verschiedenheiten zwischen Nieder- und Hochblätter bei den Cormophyten erinnert. —

In entscheidender Weise ist dies bei den der Fructification dienenden Blättern der Fall.

Die Stämme von *Cladostephus* erzeugen nämlich, wie bereits im Eingange angedeutet, aufser den vegetativen Blättern noch eine zweite Form von Blättern, die wahre Fruchtblätter sind. Diese (VI und VII) stimmen mit den vegetativen Blättern mehr oder weniger zwar in allen Entwicklungsmomenten überein, die sich auf die Anlage der ihnen gemeinsamen Organe beziehen; differiren dagegen von ihnen in ihrer Stellung, ihrer anatomischen Ausbildung, in der Zeit und dem Ort ihrer Anlage und endlich in allen Bildungsvorgängen, die zur Entstehung der eigentlichen Früchte führen. Diese Unterschiede sind so bedeutend und rufen einen so veränderten Habitus hervor, dafs die ersten Beobachter jene Fruchtblätter für ein fremdes, aufsitzendes Gewächs gehalten und unter dem Namen *Sphacelaria Bertiana*[2]) beschrieben haben.

Die gemeinsamen Charaktere der Blätter und Fruchtblätter liegen in der Anlage der Glieder und Zipfel aus der Scheitelzelle, in der Umbildung der letzten Glieder in eine dornartige Spitze oder eine keulige

---

[1]) Wie dies in einzelnen niedrigeren Formen der Reihe wieder typisch ist.

[2]) De Notaris: Alg. mar. Ligust. Specim. pg. 32; siehe auch Meneghini: Alghe Italiane e Dalmatiche, pg. 340 u. f.

Erweiteruug (VI. 6. 7), in der mehr oder weniger sichelförmigen Krümmung ihrer Gestalt, in der Anlage von Haaren. Auch finden sich unter ihnen ähnliche, individuelle Abweichungen in Bezug auf Zahl und Beschaffenheit der Seitenauszweigungen, wie bei den vegetativen Blättern (VI. 6—10; VII. 1. 2. 3).

Dagegen zeigen die Fruchtblätter im Ganzen eine weniger reiche Gestaltung. Sie besitzen selten mehr als eine seitliche Auszweigung und diese ist meist von verkümmerter oder verkürzter Ausbildung (VI. 8). Die Anzahl der Haare in den achselständigen Büscheln ist reducirt. Es treten fast constant nur zwei nebeneinander auf; sehr oft bestehen sämmtliche Seitensprofserzeugnisse eines Fruchtblattes nur aus einem oder zweien einzelstehenden Haaren (VI. 10). Sie erreichen ferner einen auffallend geringeren Grad der Entwicklung nach Gröfse und Umfang der Theile, und im Zusammenhang hiermit ist auch die Theilungsfolge in ihren Gliederzellen eine einfachere, noch weniger beständige als bei den vegetativen Blättern und erreicht namentlich einen bei weitem früheren Abschlufs. —

Nur an den höher stehenden Gliedern des Fruchtblattes (z. B. bei *h* Fig. 6 Taf. VI) und auch hier nur selten gelangt die Rindenbildung bei der peripherischen Abscheidung von Tochterzellen aus der Gliederzelle zur Ausbildung einer allseitigen Randzellen-Lage. Bei den tiefer unten gelegenen Gliedern (z. B. bei *u* Fig. 6 Taf. VI) ist das niemals der Fall. Auch herrscht hier noch eine gröfsere Freiheit der Bildung oder Unterdrückung gewisser Theilungen als bei den Gliedern der vegetativen Blätter. So bei der Bildung der secundären Gliederzellen aus den primären und bei den ersten Theilungen der secundären Gliederzellen durch eine axilläre, die Zelle halbirende Scheidewand. Beide Typen der Gliedertheilung, welche in den vegetativen Blättern die eine auf die Basilarglieder, die andere anf die höheren Blattglieder, vertheilt sind, gehen hier ungesonderter durcheinander, und wegen der unvollständigeren Ausbildung der Rinde namentlich in den unteren Gliederzellen erscheint hier fast in jedem unteren Gliede des Fruchtblattes eine einzige oder zwei jener Brut- oder Innovationszellen, deren Charakter, wie ich bereits erwähnte, darin liegt, dafs sie unmittelbare Stücke der Centralzelle darstellen, die peripherisch nicht durch eine Randzelle begrenzt sind. — Aus diesen treten dann — wie gleich ausführlicher beschrieben werden soll — die Fruchtäste hervor. —

So greifen in allen ihren Eigenschaften, in dem Auftreten der Haare, im Bau der Glieder u. s. w. diese Fruchtblätter offenbar wieder auf die Verhältnisse der kleineren Sphacelarien zurück.

Eins der ausgezeichnetsten Merkmale der Fruchtblätter hängt endlich mit der Zeit ihrer Anlage zusammen. — Sie entstehen nämlich nur zu Ende der Vegetationszeit an den alten Gliedern, nachdem jedes Dickenwachsthum derselben bereits vollständig aufgehört hat.

Die äufsersten peripherischen Zellen der Internodien der alten Glieder sind ihre Mutterzellen, indem sie papillös hervorwachsend zur Scheitelzelle des Fruchtblattes werden. Die Rindenzelle selbst erscheint hierbei öfters schon getheilt als das erste — das Basilarglied — des Fruchtblattes (I. 4 *f. f*; IV. 1 *f. f*).

Da sämmtliche Rindenzellen des alten Internodiums sich hierbei gleichartig verhalten können, so stehen die Fruchtblätter regellos zerstreut ohne jede Andeutung einer wirteligen Andeutung in mehr oder weniger ausgebreiteten Basen, die sich häufig ununterbrochen über mehrere Internodien erstrecken und deren gesammte Oberfläche bedecken. — In Folge ihrer späten Entstehung an den Gliedern, nachdem jedes Dickenwachsthum aufgehört hat, bleiben sie natürlich unüberwallt und stehen daher ganz frei auf der Oberfläche der Pflanze (cf. in I. 4 *f. f. f*; IV. 1 *f. f. f*).

Die Pflanze selbst erscheint nach ihrer Bildung dunkler und dichter bewachsen und der ursprünglich wirtelige Charakter der Blattstellung geht mehr oder weniger ganz verloren, und dies bestimmt eben den Habitus der sogenannten „formae hiemales“, die bei diesen Pflanzen unterschieden werden und die fructificirenden Exemplare sind.

An den älteren Theilen der Pflanze, deren vegetative Blätter zerstört und abgefallen sind und die deshalb streckenweise ganz kahl erscheinen, sieht man noch die sich erhaltenden Fruchtblätter als einseitige oder stengelumfassende Polster von fremdartigem Eindruck aufsitzen. Dies sind die Polster der sogenannten *Spacelaria Bertiana* De Not.

Die Fruchtblätter tragen die Sporangien gewöhnlich auf besonderen, kürzeren oder längeren Fruchtästen (VI. 6. 7. 8; VII. 1. 3), seltener wird die Spitze des Fruchtblattes selbst zum Fruchtaste (VI. 9; VII. 2). Die Fruchtäste sind Auszweigungen der ungetheilten Gliederzellen oder ge-

wöhnlicher der Brutzellen — nicht der gewöhnlichen Randzellen — der unteren und mittleren Glieder der Fruchtblätter. Die Brutzellen werden aus dem Gliede des Fruchtblattes seitlich hervorwachsend unmittelbar die Scheitelzellen des Fruchtastes (VI. 7. 8 *f*). Seine wenigen Glieder, die nur selten durch senkrechte Wände noch später getheilt werden, sind unmittelbare Produkte der Scheitelzellen, aus welchen sie in ihrer definitiven Gröfse ohne vorherige Theilung in secundäre Gliederzellen abgeschieden werden (VI. 10 *f*).

Die Anzahl der Glieder der Fruchtäste kann schon an demselben Fruchtblatte, noch mehr an verschiedenen Fruchtblättern und Pflanzenstöcken wechseln, scheint jedoch für einzelne Stöcke mehr oder weniger constant. Sie schwanken in den beobachteten Fällen von 1—8. —

Auch Zahl und Stellung der Fruchtäste sind, wie schon ein Blick auf die beiliegenden Zeichnungen lehrt, durchaus unbestimmt (*f* in den Figuren der Tafel VI und VII). Ich zählte bis 8 Fruchtäste an einem Fruchtblatte. Sie stehen oft einseitig oder abwechselnd zweizeilig; hin und wieder stehen auch zwei opponirt auf demselben Gliede (VII. 10), oder, wie häufig der Fall, auch ohne Ordnung und sogar zwei auf derselben Zelle des Gliedes (VI. 8).

Die Sporangien selbst sind entweder Oo- oder Trichosporangien, oder nach der von Thuret später berichtigten Bezeichnungsweise uniloculäre und multiloculäre Sporangien. Beide Formen sind hier, wie bei einigen anderen Phaeosporeen, streng auf verschiedene Pflanzenstöcke vertheilt. Diese lassen sich indefs weder durch ihren Habitus noch durch den Bau ihrer Fruchtblätter unterscheiden. Dagegen zeigen die Fruchtäste selbst charakteristische Unterschiede, je nachdem sie uni- oder multiloculäre Sporangien erzeugen; jedoch treten diese Unterschiede deutlich erst bei der Bildung mehrerer Sporangien an einem Fruchtaste hervor. Die einen verzweigen sich hierbei (VII. 1), während die anderen an derselben Axe neue reproduciren (VII. 10; VI. 3).

Die uniloculären Sporangien (VI und VII. 10) sind endständig. Die Scheitelzelle an Gröfse zunehmend wird (*f*, Fig. 10 Taf. VI) selbst zum einzelligen Sporangium, dessen Inhalt später in die Zoosporen zerfällt. Für die Beobachtung der Bildungsweise der Sporen sind diese Sporangien wenig geeignete Objecte. Schon kurze Zeit, nachdem die ersten Spuren einer

Sonderung im Inhalte eintreten, findet man die Sporangien mit den übereinandergelagerten Sporen dicht erfüllt (VII. 10; VI. 3. 9 etc.). Die Zwischenzustände entziehen sich der Beobachtung. Der Austritt der Zoosporen erfolgt an der berstenden Spitze (VI. 2. 1. 6). Der gesammte Zoosporenhaufen verläſst das Sporangium — wie auch in anderen ähnlichen Fällen — in eine gemeinsame Gallerte[1]) eingehüllt als eine einzige, zusammenhängende Masse, aus der sich die einzelnen Zoosporen kurz nach dem Austritte isoliren, um sich allseitig zu zerstreuen[2]).

Noch während das Sporangium vollständig erfüllt ist, kann schon dessen unmittelbare Stützzelle in das Sporangium hineinwachsen und den Fruchtast als neue Scheitelzelle fortsetzen (VII. 10). Die Stützzelle reproducirt nämlich bei den uniloculären Sporangien in der eben geschilderten Weise das Sporangium nach dessen Entleerung entweder unmittelbar oder nach vorhergehender Abschneidung einer (VI. 3) oder mehrerer (VII. 10) Gliederzellen und derselbe Vorgang kann sich mehrmals hintereinander an demselben Fruchtast wiederholen[3]). Man sieht deshalb die jüngeren Sporangien gewöhnlich von den entleerten Häuten mehrerer älterer Sporangien umhüllt. Normal tragen daher die Fruchtäste nur ein einziges Sporangium auf

---

[1]) Vielleicht ist diese Gallerte ein Umbildungsprodukt jenes Mutterzellengewebes der Schwärmsporen, von dem später noch die Rede sein wird und welches bei dieser Form der Sporangien gewöhnlich nach dem Austritt der Zoosporen verschwunden scheint.

[2]) Auffallender Weise können diese Sporangien, wie es scheint, in völlig reifem Zustande sehr lange ohne Nachtheil für die Zoosporen in geschlossenem Zustande verharren. Wenigstens habe ich häufig die Pflanze mit strotzenden Sporangien, voll von scheinbar ganz reifen Zoosporen frisch dem Meere entnommen, in einem Zustande, in welchem ich ihre Entleerung jeden Augenblick erwarten zu müssen glaubte, und doch habe ich sie erst nach vielen Tagen — länger als eine Woche später — sich entleeren und die Zoosporen ganz unbeschädigt austreten sehen.

[3]) Dieser Vorgang des Durchwachsens älterer Gliederzellen durch das abgestorbene Scheitelorgan oder die Erneuerung desselben durch jene ist bei den Spacelarien eine sehr allgemeine und verbreitete Erscheinung. Sie findet z. B. auch statt bei den Brutknospen, bei welchen die Endzelle des Stieles nach Abwerfen der älteren mehrmals neue Brutknospen producirt (VIII. 10. 15. 16. 17; hierüber weiter unten bei *Sph. olivacea* und *tribuloides* Näheres). Desgleichen wachsen die nächsten Gliederzellen durch die abgestorbenen Sphacelen der Triebe hindurch (VIII. 19) und bilden neue Scheitelzellen u. s. w. — Ein ähnlicher Vorgang tritt auch bei dem zufälligen oder krankhaften Abbrechen von Trieben ein; es wächst dann eine Centralzelle des bloſsgelegten Gliedes in eine neue Scheitelzelle aus und kann auf solche Weise einen Adventivsproſs hervorrufen.

einmal, denn nur in den seltensten Fällen tritt bei den uniloculären Sporangien eine Verästelung des Fruchtastes ein, die alsdann zum gleichzeitigen Auftreten von zwei Sporangien führt.

Auch die multiloculären Sporangien (VII. 1. 3. 4. 11) sind endständig. Bei ihnen ist aber das gleichzeitige Auftreten mehrerer Sporangien an einem Fruchtaste, wenigstens bei den kräftigeren Fruchtblättern mit längeren Fruchtästen, der gewöhnliche Fall. Die Sporangien entstehen auch hier aus den Scheitelzellen der Fruchtäste, die sich ursprünglich kaum vor den Gliederzellen auszeichnen. Das Eintreten der Sporangienbildung wird an ihnen durch eine geringe Anschwellung, durch die sich das neue Organ deutlich gegen den tragenden Fruchtast abgrenzt, kenntlich (VII. 5. 6. 7). Durch mehrere Theilungen wird das entstehende Sporangium zuerst in eine drei- bis fünfzellige Reihe verwandelt (VII. 7. 8. 1. *s*), deren einzelne Zellen hierauf durch innere, senkrechte und horizontale, in ihrer Folge später nicht ganz durchsichtige Theilungen (VII. 1. *s'*; 9) zu Zellcomplexen (*f* in Fig. 1. 3. 4. 11. Taf. VII) sich umbilden, deren einzelne Zellen zu Mutterzellen je einer Schwärmspore werden.

Wenn das von mir mehrfach beobachtete Ausschlüpfen dieser Schwärmsporen das normale war, so würden sie nicht, wie z. B. bei den Trichosporangien von *Ectocarpus*, sämmtlich aus der Spitze des Organes, sondern unmittelbar aus den zugehörigen Mutterfächern hervortreten.

Neue Sporangien entstehen hier niemals durch Durchwachsen des Fruchtastes durch die alten, wie dies bei den uniloculären der Fall ist. Vielmehr geschieht dies dadurch, dafs der Fruchtast sich verzweigt und das Zweigende zu einem neuen multiloculären Sporangium wird (VII. 1).

Der Zweig nimmt seinen Ursprung, wie es die Abbildungen zeigen, unmittelbar unter oder doch dicht unter dem Endsporangium, seitlich unter der Vorderfläche einer sich etwas vergröfsernden Zelle des Fruchtastes.

Die Umbildung der Spitze eines Fruchtblattes in einen Fruchtast (VI. 9; VII. 2), die, wie bereits erwähnt, sowohl bei den uniloculären als bei den multiloculären Sporangien eintreten kann, unterscheidet sich in ihrer Bildungsweise kaum von der gewöhnlichen Bildung der Fruchtäste. Sie trifft nur schwächlichere und kümmerlich ausgebildete Fruchtblätter.

Die letzten Glieder, welche die Scheitelzelle des Fruchtblattes anlegt, verhalten sich in diesem Falle wie Fruchtastglieder und die Scheitelzelle selbst wandelt sich dann in das Sporangium um.

Die Zoosporen beider Sporangienformen lassen keine wesentlichen Unterschiede erkennen. Sie gleichen denen der anderen Phaeosporeen und es ist schwer, über ihre Structur mehr und Genaueres auszusagen, als von diesen bekannt ist (VI. 4. 5; VII. 12).

Ihre nur wenig vorgezogene, schwach contractile und mit dichtem, farblosem Plasma erfüllte Spitze wird von dem durch seinen Farbstoff auffallenden, inhaltsreichen Hinterende mit dem hier verhältnifsmäfsig grofsen, lateralen, rothen Körper noch durch eine hellere, mittlere Zone geschieden, welche einer, hier äufserlich vorhandenen, seichten Einkerbung der Zoospore entspricht. An dieser durch ihren Plasmamangel deutlich von der dichteren Spitze unterschiedenen Stelle sind die beiden Cilien befestigt, von denen die längere nach vorn, die kürzere nach hinten gerichtet ist.

Auch die Gröfse der Schwärmsporen beider Sporangienformen zeigt kaum eine sicher nachweisbare Differenz. Ihre Gröfsenschwankungen fallen nahezu in dieselben Grenzen; doch möchten in diesen Falle die der Oosporangien etwas gröfser sein.

Unmittelbar nach der Einwirkung von Jod gemessen, ergaben sich in $\frac{1}{500}$ Mm. ausgedrückt folgende Mittelzahlen für die Gröfsenverhältnisse beider Sporenarten. Es betrug

	bei den Sporen der	
	Oosporangien	Trichosporangien
die Länge des Körpers	4	3,5
die Breite des Körpers	2,5—3	2,5
die Länge der vorderen Cilie	8,5—9	8,5
die Länge der hinteren Cilie	4	4

Die ersten Spuren der Keimung zeigen sich bei beiden Formen — wie dies auch bei anderen Phaeosporeen vielfach eintritt — erst mehrere Wochen nach Beendigung ihres kurzen, beweglichen Stadiums.

Auch die Fruchtstellung bei *Cladostephus* läfst im Vergleich mit der Stellung der Früchte und Fruchtäste bei den anderen Sphacelarien für die Entwickelung innerhalb der ganzen Reihe ähnliche Verhältnisse hervortreten, wie sie bei der Haarbildung bemerkt wurden.

Beschaffenheit und Ursprung der Früchte sind, wie die der Haare, in der ganzen Reihe dieselben. Beide Bildungen gehören zu den am frühesten in ihrer Form fixirten Modificationen der Verzweigungen.

In den niedrigsten Formen, so bei einigen Ectocarpeen, sind Früchte und Haare nur modificirte Zweigtheile. Später erscheinen sie schon gleichmäfsig in der ganzen Reihe als selbständige Zweigformen; die Haare sind schon ganze, für sich bestehende, modificirte Zweige und die Früchte erscheinen auf besonderen Fruchtästen. Frucht und Haarbildung charakterisirt die so metamorphosirten Zweigformen.

Von nun an wird die weitere Differenzirung und Localisirung nur noch dadurch gewonnen, dafs die Umbildung in Haare, wie ich dies bereits bei diesen angedeutet habe, innerhalb der sich vervollkommnenden Formenreihe Sprossungen immer späteren Grades trifft. Dasselbe gilt auch für die Fruchtäste. Sie werden nach und nach von der Seitenstellung an den Hauptaxen, wo sie noch als modificirte Zweige ersten Grades erscheinen, — bei Ectocarpeen und den Sphacelarien (XI. 6; IX. 1—3) — später auf die Achselstellung in den Kurztrieben — bei *Halopteris* (VIII. 2) und *Stypocaulon* (XI. 1) — und endlich bei *Cladostephus* auf die Seitenstellung an den Fruchtblättern (I. 4. *f*), wo sie bereits modificirte Zweigformen vierten Grades darstellen, gedrängt.

Auch die besonderen Fruchtblätter, die als Muttersprosse der Fruchtäste bei *Cladostephus* auftreten, finden bereits ihre Vorläufer in den achselständigen, die Früchte und Fruchtäste tragenden, kleinen Sprossen, die sich bei *Stypocaulon* Mülleri (XI. 1) finden.

Der Wuchs von *Cladostephus* zeigt endlich noch einige Eigenthümlichkeiten, die eine nähere Darlegung der Erscheinungen beanspruchen, welche bei der Beendigung des Wachsthums der Sprosse eintreten.

Ich habe bereits im Eingange erwähnt, dafs die *Cladostephus*-Arten mehrjährige Gewächse mit regelmäfsiger Vegetationspause sind. Diese dauert bei *Cladostephus verticillatus* im Meerbusen von Genua — wenigstens bei San Remo, wo ich diese Erscheinung näher untersuchte — etwa vom Ende November bis Anfang Februar. — Auch andere Seealgen zeigen diese auffallende Wachsthumspause, die vielleicht in anderen Meeren in andere Zeiten fällt, und die eine genaue Untersuchung und Beachtung, die ihr noch nirgends zu Theil geworden ist, verdient.

Bei *Cladostephus* hat nun jeder Sprofs etwa gegen Ende November sein Wachsthum beendet. Hierbei können die letzt gebildeten Internodien kleine Abweichungen vom normalen Verhalten zeigen. So z. B. unterbleibt namentlich in Fällen, wo mit Beendigung des Wachsthums der Sprosse vor der Winterpause zugleich eine völlige Erschöpfung des Sprosses stattfindet, häufig die Theilung der primären in secundäre Gliederzellen (III. 1. *a*) u. s. w. Die Scheitelzelle verhält sich hierbei verschieden; sie kann sich selbst zellig theilen (III. 3. 4) und der Sprofs endet nun stumpf, ähnlich wie die keulig erweiterten alten Blätter. Auf den letzten Gliedern der Sprosse treten gleichfalls Blätter — die letzten, die der Sprofs überhaupt in der Vegetationsdauer gebildet hat — und Fruchtblätter auf (III. 2. 3. 4). Die Blätter erscheinen dann nur wenig oder gar nicht in die Rinde eingesenkt, weil diese letzten Glieder bei Erschöpfung des Wachsthums sich nur noch wenig oder gar nicht durch secundäre Rindenbildung verdicken und die Fruchtblätter findet man dann sogar oben auf dem verbreiteten Ende des Sprosses aufsitzen. Solche Sprosse halte ich in ihrem Wachsthume für völlig erschöpft.

Andere fructificirende Sprosse aber, bei denen die Umbildungen nicht so weit gehen, wachsen an ihrer Spitze in der folgenden Vegetationsperiode weiter. Es geschieht dies entweder durch bestimmte Zellen, die in der zum Gliede veränderten Scheitelzelle als Brutzellen verharren (*c* Fig. 4. Taf. III) und dann als Adventivsprosse aus dem vorjährigen Sprosse hervorwachsen, oder aber die Scheitelzelle des alten Sprosses erhält sich während der Vegetationspause unverändert und wächst bei beginnender, neuer Vegetationszeit in ihrer alten Wachthumsrichtung weiter, indem sie das mehrere Wochen unterbrochene Wachsthum und die Bildung von neuen Gliederzellen wieder lebhaft aufnimmt. Betrachtet man im Frühjahr einen rasch und lebhaft wachsenden Sprofs, so sieht man die Spitze des Sprosses über die Blätter hinausragen (I. 1); die Anlage der Glieder folgt so rasch, dafs immer mehrere Glieder noch blattlos erscheinen und die frühesten Blattanlagen daher erst an einem tieferen, dem dritten, vierten, fünften Gliede auftreten. Bei Beginn der Winterpause und während dieser Wachsthumsunterbrechung bis zum Beginn der Wiederaufnahme desselben wird dagegen die Spitze des Sprosses von den umgebenden Blättern weit überragt (z. B. III. 2. 3). Die Scheitel-

zelle sitzt tief unten, oft unmittelbar auf einem bereits beblättertem Gliede auf und ist offenbar in einem Schlafzustande, in welchem sie nun mit den sie schützenden Blättern der unter ihr befindlichen Glieder einer ausdauernden Endknospe entspricht.

Der in der folgenden Vegetationsperiode erzeugte Sprofsabschnitt unterscheidet sich von dem nächst vorhergehenden, wie die entsprechenden Stücke mehrjähriger Zweige und die Stelle am Sprosse, wo nach der Vegetationspause das Wachsthum wieder aufgenommen wurde, ist auch bei *Cladostephus*, wie am mehrjährigen Sprosse ausdauernder Bäume und Sträucher erkennbar.

II. Sporangien, Sphacelae, Brutzellen und Wuchs von Sphacelaria olivacea

nebst

Bemerkungen über andere Sphacelarien und über das Mutterzellgewebe in den Sporangien der Phaeosporeen.

Die äufsere Gliederung, welche unter den Sphacelarien bei *Cladostephus* den höchsten Grad der Differenzirung erreicht, bleibt innerhalb dieser Formenreihe auf einer der niedrigsten Stufen bei einigen kleinen Sphacelarien stehen, die schon durch ihre vage Ramification sich kennzeichnen.

Zu ihnen gehört die *Sphacelaria olivacea* Dillw., die identisch mit *Sphacelaria radicans* Harv. ist und die Formen in sich begreift, die in den Tabulae phycologicae von Kützing als *Sph. olivacea*, *radicans*, *pusilla* abgebildet sind. Es sind dies untergeordnete, wenig constante Formenabweichungen, die wohl als Varietäten unterschieden werden können. Je nach der Tiefe des Standortes und dem Substrate bildet die Pflanze, die ich in verschiedenen Jahren in Helgoland untersuchte, bald umfangreiche, ausgedehnte Rasen, bald ganz vereinzelte Büschel und schwankt in ihren Dimensionen, wie in dem häufigeren oder selteneren Auftreten der Wurzelfäden und Haare beträchtlich.

Zur besseren Unterscheidung der Formen, an denen die einen oder die anderen Organe sich häufiger finden, könnte man diese Varietäten entsprechend ihrem Vorkommen in Helgoland als var. *caespitosa*, *radicans*, *solitaria* und *elatior* unterscheiden. —

Von einer wurzelartig niederliegenden Haftscheibe (IX. 11. 12; XI. 3. 4), die ursprünglich eine einschichtige Zellfläche darstellt, später aber zu einem verschiedentlich lappigen, auch mehrschichtigen Zellkörper (XI. 4. *h*) wird, erheben sich die kurzen — nicht über 4 Mm. langen — Hauptstämme, die sich unregelmäfsig oder büschelig, vorwiegend aus ihren oberen Zellen verzweigen. Ihre Seitenzweige werden bedeutend länger und verzweigen sich selbst in manchen Exemplaren (var. *solitaria*) nur selten und sparsam, in anderen reichlicher, so dafs häufig das Verzweigungssystem der Pflanze schon mit den primären, meist aber mit den secundären oder höchstens tertiären Aesten abschliefst.

Von den Verzweigungen richten sich einige unmittelbar bei ihrem Hervortreten aus den Gliederzellen nach abwärts (var. *radicans*) und bilden die bei den Sphacelarien unter dem Namen der Wurzelfäden bekannten Triebe, die oft die alten Exemplare schlingpflanzenartig umwinden, häufig aber auch ganz frei hervortreten.

Wurzelfäden sowohl, als Haare erscheinen in der ganzen Gruppe der Sphacelarien äufserlich gleichartig. Sie treten aber nicht bei allen Formen auf. —

Die Wurzelfäden verschmelzen häufig zu einem die Stämme völlig umgebenden falschen Rindengewebssysteme; in anderen Arten, in welchen sie sparsamer auftreten, bilden sie mehr oder weniger frei nach abwärts wachsende Fäden; in noch anderen Arten scheinen sie gäuzlich zu fehlen. Sie finden sich schon in den niedrigsten Gliedern der Reihe in der Gattung *Ectocarpus* in manchen Formen, die Kützing deshalb unter dem Namen *Corticularia* vereinigt hat, sehr reich ausgebildet (siehe Fig. 7 u. 8 Taf. XI).

Bei *Sph. olivacea* finden sich Haare nur äufserst sparsam an wenigen Exemplaren. Ihre Entstehung und ihr Bau (X. 11 *h*. 13 *h*) weicht auch hier nicht von dem anderer Sphacelarien, zum Beispiel der nächst verwandten kleinen Arten, der *Sphac. tribuloides* (VIII. 12. 13. 14. 15 *h*) ab. Sie werden stets unmittelbar in der Scheitelzelle angelegt; hier aber

schon in der Scheitelzelle der Zweige ersten Grades — während es, wie wir sahen, bei *Cladostephus* die Scheitelzellen der Blattzipfel sind, welche die Haare anlegen. Sie stehen bei diesen kleinen Sphacelarien — *olivacea, tribuloides* etc. — später einzeln, seitlich auf den Gliedern (VIII. 15; X. 11. 13) der Aeste, weil hier unmittelbar nach der Anlage des Haares die Scheitelzelle jedesmal zur Verlängerung des Astes weiterwächst (VIII. 12. 13. 22); wobei sie jedoch durch die Anlage des Haares eine Ablenkung ihrer Wachsthumsrichtung erleidet — ähnlich wie die Blatt-Scheitelzelle von *Cladostephus* bei der Anlage der Blattzipfel — und diese Ablenkung der Scheitelzelle ruft alsdann die später bleibende Abweichung der Axe des Astes an der Ursprungsstelle des Haares (VIII. 15. *h. h*) hervor.

Stämme und Aeste zeigen bei *Sphacelaria olivacea*, ebenso bei den nächststehenden kleinen Sphacelarien — z. B. *Sph. tribuloides* — in ihrem Bau und ihrer Entwickelung keine wesentlichen Differentialcharaktere.

Die Aeste sind ohne Ausnahme Produkte der Gliederzellen. Im Aufbau ihrer Glieder nehmen Stämme und Aeste den gleichen Gang. Bei beiden unterbleibt gewöhnlich die Bildung secundärer Gliederzellen und dies ist ein durchgehender Unterschied mehrerer kleinen Sphacelarien von den höheren Formen der Reihe. Jedenfalls schwankt dies Verhältnifs bei den niedrigeren Formen bedeutend (man vergleiche VIII. 15. 21. 22. 23; X. 1. 3. 11. 13), während es bei den höheren schon constant ist. Die geringen habituellen Unterschiede des Stammes und der Aeste beruhen hier nur auf ganz unbeständigen Gröfsendifferenzen, zu welchen bei den Wurzelfäden noch die abweichende Richtung hinzutritt.

Auch der Ursprung der Stämme aus der Haftscheibe bei *Sph. olivacea* (XI. 4) scheint keine wesentlicheren Unterschiede zu bedingen, da die Aeste sich offenbar in vielen Fällen den Stämmen gleichartig ausbilden. Der einzige Umstand, wodurch die längeren und schmächtigeren Aeste ihre morphologische Annäherung an die Kurztriebe der höheren Formen schon verrathen, liegt in dem Auftreten der Trichome an ihnen, die, soweit wenigstens meine Beobachtungen an *Sphacelaria olivacea* und *tribuloides* reichen, an den Stämmen nicht vorkommen.

Die vegetativen Thallome erscheinen daher bei diesen niederen Formen in ihren Verzweigungs-Systemen so wenig verschieden, dafs es nicht angemessen sein kann, bei ihnen differente Sprossungsformen zu unter-

scheiden und mit verschiedenen Namen zu belegen. Die Bezeichnung als Lang- und Kurztriebe würde in keinem Falle zutreffen; da offenbar der Hauptstamm hier rascher seine Entwickelungsfähigkeit verliert, als die im Uebrigen den Seitenorganen beschränkter Entwickelung näher stehenden Aeste. Auch die Umbildung der Scheitelzelle bei der Erschöpfung des Wachsthums der Triebe zeigt hier noch keine durchgreifende Verschiedenheit bei Stamm und Aesten.

Dem entspricht ferner auch die unbestimmte Stellung der Fructificationen, die an Stämmen und Aesten vielleicht gleich häufig auftreten.

Unter diesen ist mir die eine Form, die der uniloculären Sporangien bei *Sphacelaria olivacea* mit Sicherheit bekannt. Sie treten auf kleinen, wenig zelligen Zweigen auf, deren Endzelle wie bei *Cladostephus* unmittelbar zu dem uniloculären Organe anschwillt. Ihre Form gleicht völlig der der Oosporangien von *Cladostephus*. Bei meinen Untersuchungen, die nur in die Sommermonate fielen, habe ich sie stets schon entleert gefunden (IX. 1*a*. 3; XI. 4*a*), doch läfst ihr Bau, ihr Auftreten, die Art, wie sie sich öffnen u. s. w. über ihren Werth als Oosporangien keinen Zweifel. Im Uebrigen habe ich öfters die zur Ruhe gekommenen Schwärmsporen ohne und mit beginnender oder vorgeschrittener Keimung in ihnen noch vorgefunden (IX. 1. 3). Die letzteren zeigten bereits die Entwickelungsanfänge der Haftscheibe.

Ich habe schon bei *Cladostephus* daran erinnert, dafs die Keimung der Phaeosporeen-Schwärmsporen in manchen Gattungen nur äufserst langsam vorschreitet. Bei den Sphacelarien scheint dies in hohem Grade der Fall zu sein; denn auch die im Spätsommer — Juli bis August — von mir gefundenen Keimlinge der *Sphacelaria olivacea*, deren Reifung wahrscheinlich gleichfalls in die Wintermonate fällt, waren in ihrer Entwickelung nur wenig vorgeschritten.

Ein Durchwachsen der Oosporangienträger durch das entleerte Sporangium findet auch hier statt, allein nicht wie bei *Cladostephus* zu einem neuen Sporangium, sondern zu einem Aste (XI. 5).

Neben diesen Oosporangien und auf denselben Exemplaren habe ich nun — gleichfalls im Juli und August in den Jahren 1855 und 1861 in Helgoland — noch eine zweite Sporangienform bei *Sphacelaria olivacea* aufgefunden.

Kürzere Seitenäste, die im Bau ihrer Glieder jedoch mit den vegetativen Aesten übereinstimmen und auch länger sind als die einfachen, einreihigen Stiele der ovalen Oosporangien, wandeln ihre Scheitelzelle in grofse, kugelige Sporangien um, deren Inhalt durch zahlreiche Längs- und Querwände in kleine kubische Zellen getheilt wird (IX. 1 *b*. 2; XI. 4 *b*).

Es liegt offenbar nahe, diese Sporangien für die zweite Form von Sporangien — die Trichosporangien oder multiloculären Sporangien — der Sphacelarien zu halten, da ja die Fächerung als das einzige und charakteristische Merkmal der zweiten Sporangienform der Phaeosporeen gilt.

Es giebt jedoch Fälle, in welchen auch dieser Charakter bei der Beurtheilung der Sporangien im Stich läfst. Jedenfalls bedarf es der Unterscheidung, in wie weit etwa die Fächerung einer Gliederbildung der Sporangien oder einer Mutterzellenbildung der Sporen angehört.

Die Zwischenzustände der Zoosporenbildung in den Oosporangien sind, wie ich bereits bei *Cladostephus* hervorhob, noch unbekannt und meist wenig durchsichtig. Allein ich habe doch bei *Sphacelaria olivacea* trotz der ungünstigen Beobachtungszeit hin und wieder gestörte Zustände der Oosporangien aufgefunden, in welchen der Inhalt in der Mitte zusammengezogen ein regelmäfsiges, geradlinig getheiltes Zellnetz darstellte. Auch bei *Ectocarpus granulosus* habe ich früher in den Sporangien, welche nach dem Austritt der Zoosporen sich unzweifelhaft als uniloculäre Sporangien zu erkennen gaben (XI. 10), während der Bildungsvorgänge in ihrem Inhalte, die zu der Entstehung der Zoosporen führen, ein transitorisches Gewebe auftreten sehen (XI. 6), welches gewöhnlich vor völliger Reife der Zoosporen zu Grunde ging, in selteneren Fällen aber selbst nach der Entleerung noch zum Theil persistirte (XI. 9). Es ist daher unfraglich, dafs mindestens in einigen Fällen die Zoosporen der Oosporangien noch in einem transitorischen Mutterzellennetze entstehen.

Andererseits ist es bei den unzweifelhaften multi-loculären Sporangien des *Ectocarpus siliculosus* wieder leicht zu constatiren, dafs wiederum in einzelnen Fällen und sogar an denselben Exemplaren das Zellennetz in den Sporangien bei der Entleerung der Zoosporen zu Grunde geht und diese nachher wie uni-loculäre Sporangien aussehen (XI. 13), trotzdem sie ihrer Form und ihrem Vorkommen nach den bekannten schotenförmigen Trichosporangien gleichen. Diese Erscheinung ist übrigens schon Derbès

und Solier aufgefallen und durch eine Abbildung von ihnen richtig wiedergegeben. Auch ist es gewifs, dafs eine theilweise Resorption des Zellnetzes bei den meisten, wenn nicht bei allen multiloculären Sporangien die Regel bildet (XI. 14. 15. 16). Denn wie jede genauere Vergleichung gefüllter und entleerter Trichosporangien bei den gröfseren Formen derselben zeigt, sind die nach der Entleerung stehenbleibenden Fächer ursprünglich noch von einem jüngeren Mutterzellengewebe für die Schwärmsporen erfüllt, welches aber mit der Reife der Sporen und bei ihrem Austritte verschwindet.

Diese Beobachtungen führen zu dem Schlusse, dafs die Differenz der beiden Sporangienformen der Phaeosporeen, die sich in der fehlenden oder vorhandenen Fächerung ausspricht, keine absolute ist, sondern nur einen verschiedenen Grad der Ausbildung und Persistenz oder Resorption des transitorischen Mutterzellgewebes der Schwärmsporen ausdrückt. Bei den Oosporangien geht dasselbe der Regel nach schon gleichzeitig mit der Reife der Zoosporen zu Grunde und persistirt nur in einzelnen Fällen; bei den Trichosporangien bleibt mindestens der ältere Theil des Mutterzellgewebes gewöhnlich stehen, während die jüngeren Generationen — ob immer? — zu Grunde gehen; aber in einzelnen Fällen wird auch hier das ganze Mutterzellgewebe resorbirt und dann erscheinen die Trichosporangien wie uniloculäre Organe[1]).

Wenden wir diese Betrachtung auf die von mir bei *Sphacelaria olivacea* beobachteten Sporangien mit innerem Zellnetz (IX. 1 *b*. 2 *b*; XI. 4 *b*) an, so gewährt demnach die vorhandene Fächerung an sich noch keine volle Entscheidung über ihren Werth als Trichosporangien, denn die Theilungswände scheinen wenigstens auch hier dem Inhalte anzugehören. Es spricht allerdings aufserdem dafür die auffallende und con-

---

[1]) Es entgeht mir nicht, dafs die oben mitgetheilten Erscheinungen auch einer anderen Deutung fähig sind. Da bei *Ectocarpus siliculosus* und *granulosus* bisher nur einerlei Sporangien bekannt sind, so könnte man annehmen, dafs hier die beiden Sporangienformen nebeneinander auf denselben Exemplaren vorkommen. Allein die Uebereinstimmung der äufseren Gestalt, die offenbaren Zwischenzustände, die sich dem typischen Charakter keiner der beiden Sporangienformen völlig unterordnen, und das sichtbare Zugrundegehen eines Mutterzellgewebes bei Sporangien, die später als uniloculäre erscheinen, zeigen mit genügender Sicherheit, dafs bei den Ectocarpeen und bei einigen niederen Sphacelarien noch ein Schwanken zwischen den beiden Sporangienformen besteht und dafs diese erst bei den höheren Formen ihre schärfere Differenzirung erreichen.

stante Abweichung ihrer Gestalt von der normalen und doch sonst nahezu beständigen Form der Oosporangien der Art.

Noch könnte man auch ihre differente Stellung auf besonderen Aesten, die den Stielen der Oosporangien nicht gleichen, hierbei in Betracht ziehen; allein diese scheint mir von geringerem Gewichte, da es zweifelhaft bleibt, ob die Tragäste der gefächerten Sporangien schon als die eigentlichen Fruchtäste zu deuten sind, denn in Einzelfällen können ja Oo- und Trichosporangien auch terminal auf den Fruchttrieben auftreten. Dafs dies auch hier der Fall ist, darauf deutet sogar die fehlende anatomische Differenzirung dieser Tragäste von den vegetativen Aesten hin. *Sphacelaria olivacea* scheint mir demnach gleichfalls zu den Arten zu gehören, bei welchen die definitive Sonderung der beiden Sporangienformen noch nicht fixirt, sondern erst in Bildung begriffen ist. —

Die Begrenzung des Wachsthums der Triebe, welche bei den fructificirenden Trieben zur Umwandlung der Scheitelzellen in Sporangien führt, ist bei den Sphacelarien auch an den vegetativen Trieben mit auffallenderen Umänderungen der Scheitelzellen verbunden. Die Triebe verhalten sich hierbei in den differenzirteren Formen nach ihrem morphologischen Werthe verschieden.

Eine gewöhnliche Umwandlung der Scheitelzelle der differenzirten Kurztriebe ist beispielsweise die bei den Blättern von *Cladostephus* beschriebene in eine sich rasch verjüngende Zellreihe. Bei den Arten mit geringerer Differenzirung der vegetativen Triebe trifft sie noch mehr oder minder häufig auch die Langtriebe.

Eine allgemeinere Umwandlung, die unter besonderen Bedingungen die Scheitelzelle aller Thallomformen treffen kann, ist dagegen die Umbildung in die bekannten Sphacelae, von denen die Familie den Namen erhalten hat. Sie ist auch bei *Sphacelaria olivacea* häufig mit dem Auftreten jener Organe (VIII. 15. 19; IX. 7) verbunden, die ich damals, als ich sie zuert auffand, bevor die Existenz von Entoparasiten der Pflanzenzelle genauer bekannt oder doch nachgewiesen war, für Antheridien erklärte[1]). Ihre Deutung kann jetzt keinem Zweifel unterliegen.

---

[1]) Schon Thuret hat mit Recht ihre Deutung als Antheridien angezweifelt in „Le Jolis Liste des Algues marines de Cherbourg“ Paris 1863. pg. 23, auch Kny hat

Einige noch zweifelhafte, sei es diesen Sphacelen, sei es den wahren Fructificationen verwandte Bildungen, die ich gleichfalls bei *Sphacelaria olivacea* auffand, mögen hier eine beiläufige Erwähnung finden.

Bestimmte Zellen der Glieder, die ich später noch näher als Brutzellen der Glieder charakterisiren werde, können gleichfalls zu grofsen, kugeligen oder keuligen Zellen anwachsen, die den endständigen Sphacelen ähnlich sehen (IX. 9 *c*). Da oft in jedem zweiten Gliede der Triebe eine Brutzelle vorhanden ist, so findet man manche Triebe mit zahlreichen sitzenden seitlichen Sphacelen besetzt. Die sonderbare Umwandlung ihres Inhaltes, die sich von der der endständigen Sphacelen wesentlich unterscheidet, gestattet noch keine sichere Deutung. Entschiedene Parasiten sind mir in ihnen nicht aufgefallen. Es ist mir nicht fraglich, dafs es diese Bildungen sind, welche einige ältere Algologen als sitzende Sporen beschrieben und abgebildet haben. Namentlich gilt dies von der Zeichnung der *Sphacelaria radicans* bei Harvey.

Bemerkenswerther erscheint aber eine Bildung, die vielleicht nur einen weiter vorgeschrittenen Zustand dieser sitzenden Sphacelen darstellt, die ich jedoch immer nur aus Scheitelzellen unverzweigter Hauptstämme hervorgehen sah.

Diese (IX. 9 *d*) werden zu einem grofsen, mehr oder weniger kugeligen Organe, in welchen sich ein bleibendes, wandständiges Mutterzellennetz ausbildet, aus dessen einzelnen Zellen Schwärmer ausschlüpfen (X. 5. 6. 7). Von dem Inhalte dieser endständigen Kugel geht ein Theil in die Bildung des Mutterzellennetzes nicht ein. Diesen findet man aufserhalb jenes Mutterzellennetzes frei im Innern der Kugel zu einer oder mehreren formlosen Inhaltsmassen zusammengeballt.

Diese Erscheinung erinnert einigermafsen an die Vorgänge bei Bildung der Sporen in den Ascis der Ascomyceten, andererseits freilich wieder auch an die Entstehungsweise von Parasiten. Die Zellen des wandständigen Mutterzellennetzes sind genau polyedrische Täfelchen und bilden nur ein wandständiges, einschichtiges Lager (X. 6. 7). Hierdurch schon unterscheiden sie sich bestimmt von den gefächerten Sporangien

---

in Folge seiner eigenen Beobachtungen diese Organe neuerdings (Sitzungsberichte der Gesellschaft naturforschender Freunde vom 21. November 1871.) für Chytridien erklärt.

(IX. 1*b*. 2), die ich oben beschrieb. In jeder Mutterzelle entsteht ein olivenbrauner, später erblassender Schwärmer. Bleibende Spuren dieses Mutterzellennetzes finden sich an den Wänden der unverletzten und zerrissenen Organe noch lange nach ihrer Entleerung bald in gröfserer, bald in geringerer Vollständigkeit (X. 5). Ich habe diese Bildung, die sich, wenn sie nicht in den Entwickelungsgang der Pflanze selbst gehört, an keine bekanntere Parasitenform anschliefst, bisher nur an der *Sphacelaria olivacea* von Helgoland aufgefunden; an anderen Sphacelarien ist sie mir nicht aufgestofsen. Sie verlangt eine weitere, eingehende Berücksichtigung. —

Die ungeschlechtliche Vermehrungsweise der Sphacelarien zeigt endlich auch Formen, die sich mehr an die Verzweigung anschliefsen, und eine Reihe von Gestaltungen hervorrufen, die eine kurze Andeutung verdienen.

Unter diesen sind die drei- bis vierstrahligen Brutknospen von regelmäfsiger Gestalt, die an mehreren Sphacelarien-Arten vorkommen, die bekanntesten.

Sie sind nach Stellung, Bau und Verhalten in morphologischer Beziehung offenbar metamorphosirte Fruchtäste und die mit Brutknospen versehenen Exemplare sind daher nur sterile, gleichsam knospentragende Formen der fructificirenden Arten, aber nicht, wie dies hin und wieder geschehen ist, specifisch von diesen zu trennen. Die völlig ausgebildeten Brutknospen fallen von ihrer Stützzelle ab, wachsen zu neuen Pflanzen aus und verhalten sich also ganz wie die Brutknospen bei Moosen und Lebermoosen; allein die Reproduction alter, erschöpfter, abgebrochener oder im normalen Entwickelungsgange abgefallener Organe aus ihrer Basis, die in der ganzen Gruppe der Sphacelarien ein weit verbreiteter Vorgang ist, findet auch bei diesen Brutknospen statt, und diese reproduciren sich daher aus ihren Stützzellen etwa so, wie die Oosporangien bei *Cladostephus* aus den Endzellen ihres Stieles; nur wird hierbei jedesmal die alte Brutknospe vollständig abgeworfen und dieser Vorgang kann sich an demselben Brutknospenstiele mehrmals wiederholen.

Die beiden Hauptformen von Brutknospen-Gestalten, die bei den Sphacelarien auftreten, sind die breitere Form, die z. B. bei *Sph. tribuloides, cirrhosa* etc. auftritt, und die schlankere Form, für welche hier *Sphacelaria olivacea* als Beispiel dienen mag. Die breitere Form weicht

in ihrer äufseren Gestalt schon mehr von der Form der gewöhnlichen Aeste ab, als die schlankere. Beide stimmen aber sonst auch in der Eutwickelungsnorm mit den Aesten im Wesentlichen überein.

Die Scheitelzelle des Hauptstahls der Brutknospe legt jedoch nur eine geringe Anzahl von Gliederzellen an, die nach oben in ungewöhnlicher Weise an Breite zunehmen; bei *Sphacelaria tribuloides* (VIII. 16) ist diese Breitenzunahme, die die Gestalt der spätsren Brutknospe charakterisirt, stärker ausgesprochen als bei den schlankeren Brutknospen von *Sphacelaria olivacea* (X. 11 *a*).

Beim Abschlufs ihrer kurzen Wachsthumsperiode erlischt das Wachsthum dieser Scheitelzelle des Hauptstrahles unter Bildung mehrerer kleinen, neuen, peripherischen Scheitelzellen, welche dann die Seitenstrahlen der Brutknospe erzeugen.

Zuerst wird hier regelmäfsig solch eine kleine Scheitelzelle gerade an der Spitze der alten Scheitelzelle abgeschieden (VIII. 16. *s*). Bald darauf ähnliche — meist zwei — kleine Scheitelzellen seitlich und unterhalb dieser. Hierdurch wird die alte grofse Scheitelzelle des Hauptstrahles nach und nach zerlegt in mehrere, gewöhnlich drei, seltener mehr als drei peripherisch gelegene, kleine Scheitelzellen für die künftigen Seitenstrahlen und ein grofses, inneres und zugleich unteres Stück (*b* in den Figuren 10. 15. 16. 17 Taf. VIII und Fig. 11 Taf. X).

Bei *Sphacelaria tribuloides*, *cirrhosa* und *olivacea* verkümmert nun wenigstens gewöhnlich die erste, obere dieser kleinen neuen Scheitelzellen (*s*) ohne sich zum Seitenstrahl auszubilden und der Hauptstrahl der Brutknospe trägt alsdann gewöhnlich nur zwei Seitenstrahlen (VIII. 10. 15. 17. X. 11. 12). Ausnahmsweise schon bei diesen Arten; regelmäfsiger jedoch bei anderen (z. B. *Sph. fusca* Kützing tab. phyc. Vol. V Tab. 90) wächst auch die obere kleine Scheitelzelle zu einem Seitenstrahl aus und dann trägt die Brutknospe drei Seitenstrahlen, von denen der eine gerade in der Mitte der anderen, und in Bezug auf den Hauptstrahl terminal diesen fälschlich fortzusetzen scheint.

Das untere grofse Stück der alten Scheitelzelle des Hauptstrahles (*b* in den verschiedenen Figuren), welches bei *Sph. tribuloides, cirhosa* und *olivacea* gewöhnlich von der verkümmernden, ersten, terminalen, kleinen Scheitelzelle (*s*) gekrönt erscheint, bildet sich durch sehr verschiedenartig

gerichtete Theilungswände, bei welchen die Entstehungsfolge mannigfach wechseln kann, zu einem im Bau abweichenden Gliede aus, welches wieder dem Verzweigungsknoten bei den Dichotomien von *Cladostephus* (*c* in Fig. 4 u. 5. Taf. IV) wensentlich entspricht.

Schon die wenigen Figuren, die ich von den Brutknospen unter die beiliegenden Figuren aufnehmen konnte (VIII. 10. 15. 17), zeigen einige der vorkommenden Verschiedenheiten in der Theilungsfolge dieses Verzweigungsknotens der Brutknospen.

Die erste Theilungswand des Verzweigungsknotens erfolgt immer nach Bildung der ersten, terminalen, kleinen Scheitelzelle (*s*), kann aber schon vor Anlage der weiteren kleinen Scheitelzellen für die Seitenstrahlen erfolgen. Wie bereits erwähnt, können ferner abgesehen von der ersten, terminalen, hier gewöhnlich verkümmernden Scheitelzelle (*s*) mehr als die gewöhnlichen zwei seitlichen Scheitelzellen (*z. z.* Fig. 10 Taf. VIII) angelegt werden. Hiernach weichen die Gestalten der Brutknospen von einander ab und diese erscheinen je nach der Ausbildung der kleinen, terminalen Scheitelzellen (*s*) und je nach der Anlage und Ausbildung von zwei oder mehr seitlichen Scheitelzellen bald dicho-, tri- oder polytomisch gegabelt.

Der gesammte Vorgang ist aber offenbar, wie ich dies weiter unten im Zusammenhange sämmtlicher Verzweigungsformen der Sphacelarien noch ausführlicher darlegen werde, ähnlich wie bei der Dichotomie von *Cladostephus*, nur ein specieller Fall der Gabelung der alten Axe bei völligem Aufgehen der alten Scheitelzelle in die Bildung der Scheitelzellen für die Gabeläste und eines eigenthümlichen Endgliedes — des Verzweigungsknotens — für die Hauptaxe.

Die Ablösung der reifen Brutknospen erfolgt an ihrer Stützzelle (VIII. 10. 17) und diese wächst nun weiter zu einer neuen Brutknospe aus (VIII. 20), Dieser Vorgang wiederholt sich dann an der so gebildeten zweiten Brutknospe eine Zelle höher und so findet man die später gebildeten Brutknospen auf mehrzelligen Stielen sitzen (VIII. 15*b*; 16), die von so vielen Stützzellen gebildet werden, als Brutknospen bereits früher abgefallen sind, und man erkennt an jeder Zelle des Stieles die von der Ablösung der äufseren Membran der abgefallenen Brutknospe herrührende Linie.

Bei *Sphacelaria olivacea* finden sich diese Brutknospen, die hier der schlankeren Form angehören, nur selten. Ich fand sie meist nur an den isolirt wachsenden Büscheln, die ich in meinen Notizen als varietas *„solitaria“* bezeichne und die sich auch durch ein häufigeres Auftreten der Haare auszeichnen [1]).

Bei der varietas *„caespitosa“* der *Sphacelaria olivacea* scheinen diese Brutknospen nur äufserst selten vorzukommen; sie werden hier, wie es scheint, durch eine unregelmäfsigere Sprossung vertreten, die eine häufige Erscheinung bei dieser Form der *Sphacelaria olivacea* ist, und die aus den bereits erwähnten Brutzellen der Glieder ihren Ursprung nimmt.

Diese Brutzellen sind an den erwachsenen Trieben sehr verschiedenartig vertheilt. Nicht jedes Glied besitzt nothwendig eine Brutzelle. Streckenweise fehlen sie an einzelnen Trieben völlig, an anderen wieder treten sie mit grofser Regelmäfsigkeit an jedem zweiten oder vierten Gliede auf (IX. 1*c*. 4*c*. 5*c*. 6*c*; X. 4. *c*. *c*), oder es werden bei gröfserer oder geringerer Regelmäfsigkeit des Vorkommens doch hin und wieder einzelne Glieder übersprungen. An noch anderen Trieben wieder, besonders in der Nähe der Spitze der Triebe, besitzt oft jedes Glied eine Brutzelle. —

Als solche Brutzellen functioniren Reststücke der ursprünglichen, von den Hauptwänden gebildeten Cylinderquadranten (VIII. 7) der Glieder, welche unter unvollständiger Abscheidung der Rinde durch die ersten primären Rindenzellen übrig bleiben (*c* in Fig. 8. Taf. VIII und Fig. 9 u. 10. Taf. X).

Gewöhnlicher verharrt so in jedem Gliede die Restzelle eines Quadranten, seltener die zweier gegenüberliegender Quadranten längere Zeit unverändert, während die Restzellen der übrigen Quadranten, die Rindenbildung ihres Quadranten vervollständigend, sich zugleich mit den primären Rindenzellen zellig ausbauen. —

Die Brutzellen sind daher niemals Randzellen, sondern reichen auch bei Gliedern mit reicher Rindenzellenbildung stets von der Peripherie

---

[1]) Man könnte vielleicht geneigt sein, diese Form als eine besondere Art anzusehen. Sie zeigt die gröfste Aehnlichkeit mit *Sphacelaria fuscigera* in Kützing's Tabulae phycologicae Vol. V. tab. 90. Ich halte sie jedoch für eine sterile, mit Brutknospen und Haare versehene Form der *Sph. olivacea*.

bis zum Centrum (*c* in X. 9. 10) und nehmen ursprünglich immer auch die ganze Höhe des Gliedes ein (X. 4. *c*). Erst später zerfallen sie durch horizontale Theilungen, welche mit denen der benachbarten Gliederzellen nicht übereinstimmen, ihrer Höhe nach in mehrere Fächer und verlieren hierdurch entweder ihren Charakter vollständig, oder dieser geht auf eines der hervorragenderen, gleichfalls bis zum Centrum des Gliedes reichenden Fächer über[1]).

Diese Brutzellen sind die wahren Bildungsheerde der Verzweigung. Nur wenige jedoch wachsen unmittelbar in die gewöhnlichen Aeste aus. Die anderen werden bei den fructificirenden Exemplaren zu Mutterzellen der Fruchtäste oder bilden sich später ohne Weiterentwickelung zellig um; bei den sterilen Exemplaren dagegen bilden sie besondere, traubige Brutkörperhaufen (*c* in den Figuren 15. 16. 17. Taf. IX), welche für *Sphacelaria olivacea* charakteristisch sind.

Bei der Bildung dieser eigenthümlichen Brutkörperhaufen wird, wie bei der Entstehung eines Astes die seitlich hervorwachsende Brutzelle (IX. 14. 15. 16) unter schnell aufeinander folgenden Theilungen zu einer Art zelligen Placenta umgebildet, deren einzelne Zellen auswachsend in wiederholten Dichotomien eine dem Gliede unmittelbar aufsitzende, traubenartig gelappte und vielgestaltige Gruppe kleiner Brutkörper erzeugen, die später in dünne Aeste auswachsen können und so den Haftscheiben nicht unähnlich sind, die bei der Keimung entstehen (IX. 11. 12) und aus welchen die Hauptstämme der *Sphacelaria olivacea* hervortreten (XI. 4).

Aufserdem aber erinnern diese Brutkörperhaufen nach ihrer äufseren Erscheinung auffallend an jene Gruppen seitlicher Sporangien, die ich in den Abhandlungen dieser Akademie vom Jahre 1862 an dem nahe stehenden *Sorocarpus uvaeformis* beschrieben habe. Ich habe dort auf die Aehnlichkeit beider Bildungen bereits hingewiesen. Dort sind es aber Gruppen wahrer, kleiner, multiloculärer Sporangien, in deren Zellen Schwärmsporen entstehen, während es hier Gruppen ähnlich gebauter, kleiner

---

[1]) Die gewöhnliche Theilungsfolge in den Gliedern, die bei dieeen kleinen Sphacelarien — *olivacea*, *tribuloides* etc. — ziemlich gleichartig und äufserst durchsichtig ist, setze ich bei der obigen Darstellung, um die zu häufige Wiederholung von bereits Bekanntem zu vermeiden, aus der bereits citirten, sorgfältigen Geyler'schen Abhandlung, auf die ich deshalb nochmals verweise, als bekannt voraus.

Brutkörper sind, die unmittelbar in Aeste auswachsen. Ohne direkte Beobachtung der Entwickelung würde es jedoch schwer halten, die beiden Bildungen zu unterscheiden, deren Homologie, wie die der Brutknospen und Sporangien bei den Sphacelarien überhaupt, durch Bau, Stellung und Gruppirung deutlich hervortritt.

Es können aber aufserdem diese Brutkörper-Gruppen, wie aus den Brutzellen der Glieder, so auch durch eine zellige Umwandlung der Scheitelzelle der Aeste in Brutzellen sich hervorbilden.

Unter Verlust der normalen Theilungsvorgänge wird in diesen Fällen die Scheitelzelle meist dünner, secundärer und tertiärer Zweige durch eine Reihe succedaner, irregulärer Theilungen in eine Placenta verwandelt (IX. 8. 13. *c*), aus deren Zellen die kleinen Brutkörper in der bei den seitlichen Gruppen geschilderten Weise hervorgehen. Es wiederholt dieser Vorgang vegetativer Propagation bei den Sphacelarien offenbar die Bildungsweise der Brutknospen aus der Spitze der Stämme und Blätter einiger Laubmoose.

Bezüglich der normalen Verzweigung dieser kleinen Sphacelarien, namentlich der *Sph. olivacea* ist bereits erwähnt worden, dafs die Zweige durch Auswachsen der Brutzellen der Glieder, die zu Scheitelzellen der Zweige werden, sich bilden (IX. 5. *c*; 1. 2). Ich füge hier noch hinzu, dafs die Verzweigung eine vage ist. Auf den Gliedern steht der ganzen Länge der Stämme und Aeste nach immer nur ein einziger Zweig; erst die vollkommener ausgebildeten, gröfseren Sphacelarien — *cirrhosa* etc. — gehen in der Verzweigung aus dieser vagen in die opponirte Stellung über.

Allein auch bei *Sph. olivacea* finden sich Glieder, die scheinbar zwei Aeste tragen (X. 2. 11). Diese Form der Verzweigung tritt jedoch hier nur selten ein und überdiefs sind die Glieder, welche zwei Aeste tragen, hier immer und ohne Ausnahme nur Endglieder der Fäden. Nach Ansicht der fertigen Zustände, die mir allein zu Gebote stehen, scheint mir demnach auch hier schon eine Dichotomie aufzutreten, die an die Gabelung der Brutknospen erinnert. Es scheint nämlich auch hier die Scheitelzelle nicht unmittelbar in zwei neue Scheitelzellen getheilt worden zu sein; denn man findet wenigstens in vielen Fällen noch deutliche Spuren einer verkümmerten oder vertrockneten Scheitelzelle (X. 2) in der

Achsel der Gabel. Es steht also auch hier, wie es scheint, die offenbare Dichotomie des Fadens mit der Erschöpfung der ursprünglichen Scheitelzelle in naher Beziehung. Ich fasse daher das Endglied des Fadens (*e* Fig. 2 u. 11. Taf. X), auf welchem die beiden Gabeläste stehen, nicht als ein gewöhnliches Glied, sondern in dem mehrfach besprochenen Sinne als einen Verzweigungsknoten auf, und will hier zum Schlusse meine Auffassung der verschiedenen Verzweigungsweisen in der Gruppe der Sphacelarien noch im Zusammenhange erörtern.

Wir haben hier einmal die seitliche Verzweigung aus den Brutzellen der Glieder, die die häufigste und gewöhnliche Form der Verzweigung der Thallome auf den niedrigsten Stufen der Sphacelarien-Reihe von *Sphacelaria* bis *Chaetopteris* darstellt, und die bei den höheren Formen noch durch die Entstehung der Adventivsprosse aus den Axenstücken der primären und secundären Gliederzellen vertreten wird (z. B. IV. 2. 3).

Daneben kommt die seitliche Verzweigung aus der Scheitelzelle vor, die bei allen Sphacelarien die Bildung der Haare hervorruft und bei *Halopteris* und *Stypocaulon* auch die Entstehung der eigentlichen Zweigformen, der Lang- und Kurztriebe, vermittelt. Ich betrachte hier das kleinere, durch die Scheidewand in der alten Scheitelzelle abgeschnittene Stück (*a* Fig. 7. 8. Taf. V; *a* Fig. 5. Taf. VIII; *h* Fig. 9. Taf. V; Fig. 14. Taf. VIII u. s. w.) als eine neue Scheitelzelle, die den Blattzipfel bei *Cladostephus* oder den Lang- und Kurztrieb bei *Halopteris* oder das seitliche Haar bei allen Formen bildet, während die alte Scheitelzelle, wenn auch in ihrer Richtung etwas abgelenkt, doch weiterwachsend immer nur die alte Axe fortsetzt; dies wird durch das Verhalten der nächsten, auf die Anlage der seitlichen Scheitelzelle unmittelbar folgenden Scheidewand deutlich, welche nur ein einfaches, in seinem Bau den gewöhnlichen Gliedern der alten Axe gleichartiges Glied anlegt (siehe die entsprechenden Figuren) und so in einfacher Reihe die alte Axe fortsetzt.

Von diesen rein seitlichen Verzweigungen sind wieder diejenigen Verzweigungsformen aus der Scheitelzelle verschieden, die ich bei *Cladostephus* und den Brutknospen der Sphacelarien als Gabelungen bezeichnet habe, weil bei ihnen das Wachsthum der alten Axe in ausgesprochener Weise erlischt unter Anlage neuer Axen in der Scheitelzelle und unter gleichzeitiger Bildung eines eigenthümlichen Gliedes, wel-

ches nur bei diesem Vorgange entsteht und als organisches Endglied der alten Axe auftritt.

Den einen Fall dieser Gabelung zeigt die eigentliche Verzweigung der Hauptaxen von *Cladostephus* aus der Scheitelzelle (I. 3; IV. 4. 5); die alte Scheitelzelle erlischt hier, wie bereits erwähnt, vollständig unter Bildung der zwei neuen Scheitelzellen (*a. b*) und des Verzweigungsknotens *c*, der zugleich Endglied der alten Axe ist und in seinem Bau von allen andern Gliedern, auch von den Gliedern, welche Adventivsprosse seitlich tragen, durchaus abweicht. — In der Bildung dieses Endgliedes und in der Entstehung zweier neuen Scheitelzellen — in welchem Vorgange die alte Scheitelzelle völlig aufgeht — liegt der sich schon äufserlich aufs Schärfste offenbarende Unterschied dieser Verzweigungsweise von der Verzweigung bei *Halopteris* (VIII. 1—6) und der Bildung der Haare und Blattzipfel bei *Cladostephus*. —

Einen zweiten, etwas, aber nur unwesentlich abweichenden Fall dieser Gabelung stellt die Verzweigung der Brutknospen dar (VIII. 10. 15. 17; X. 11 *b*. 12). — Hier geht die alte Scheitelzelle in dem Vorgange der Bildung neuer Scheitelzellen und des Verzweigungsknotens gleichfalls völlig auf; es werden aber peripherisch an der alten Scheitelzelle hier mehr als zwei neue Scheitelzellen abgeschnitten; darunter zuerst eine, die gewöhnlich verkümmert (siehe Fig. 16. Taf. VIII), gerade an der Spitze der alten Scheitelzelle. An diesen Vorgang schliefst sich vielleicht unmittelbar an die Art von Gabelung, die ich bei *Sphac. olivacea* (X. 2. 11*e*) beschrieben habe.

So verschieden aber an sich nach Obigem die Verzweigung der Scheitelzelle bei *Cladostephus* und z. B. *Halopteris* sich darstellt, so ist doch selbstverständlich die letztere offenbar ein Uebergangsschritt von der monopodialen Verzweigung zur Dichotomie. Keinesfalls aber kann sie als ein Sympodium betrachtet werden. Diese Vorstellung würde das natürliche Verhältnifs und den Zusammenhang der Verzweigungsformen verkennen.

Es liegt ferner auf der Hand, dafs diese Betrachtungsweise der Verzweigungsvorgänge in der Scheitelzelle auch für die ähnlichen Verzweigungsvorgänge in den Scheiteln der Polysyphonieen und Ceramieen Geltung hat. Auch dort setzt in den von mir beobachteten Fällen keine

der beiden neuen Axen die alte Axe fort; es liegen daher dort gleichfalls nicht Sympodien, sondern Dichotomien unter ähnlichen Vorgängen wie bei *Cladostephus* vor.

Die Vorstellung, dafs eine Dichotomie bei Axen, die mit einer Scheitelzelle wachsen, nothwendig die Theilung der Scheitelzelle vermittelst einer senkrechten, sie halbirenden Wand voraussetzt, ist daher, wie man schon aus Obigem sehen kann, offenbar viel zu eng.

Es giebt mehrere verschiedene Vorgänge, in welchen das Wachsthum einer Scheitelzelle unter Bildung neuer Axenanlagen sich erschöpfen kann. Zwei Formen solcher Vorgänge zeigt die Dichotomie von *Cladostephus* und die Tricho- und Polytomie der Brutknospen der Sphacelarien. Es wäre nicht nur willkürlich, sondern ganz unnatürlich diese Vorgänge von der Dichotomie auszuschliefsen. Sie entsprechen offenbar dem Begriffe der Gabelung, d. h. der Auflösung einer Wachsthumsrichtung in mehrere neue Wachsthumsrichtungen unter Abschlufs und Erschöpfung der Mutteraxe. Die Vergleichung der verschiedenen Vorgänge der Verzweigung aus der Scheitelzelle zeigt übrigens augenscheinlich, wie allmälig die monopodiale Verzweigung in Dichotomie übergeht. —

III. Rückblick und Schlufs.

Ueberblicken wir zum Schlusse nochmals den Gang in der Sphacelarien-Reihe, so erscheint als die hervorragendste Beziehung, dafs die morphologischen Differenzen der Verzweigungssysteme in gleichem Schritt mit dem complicirteren, anatomischen Baue der Verzweigungsformen von den Ectocarpeen an bis zum *Cladostephus* an Mannigfaltigkeit, Gröfse und Constanz zunehmen. In den höher differenzirten Formen zeigen alsdann die secundären und tertiären Sprossungen sich wieder einfacher gebaut als die primären und greifen den genetischen Zusammenhang verrathend in ihrem Bau und ihrer Bildungsweise auf die niedrigeren Formen der Reihe zurück. In der Weise etwa, dafs die Blätter bei *Cladostephus* schon im Bau ihrer Centralzellen sich weniger vollkommen und beständig zeigen, als die Stämme von *Cladostephus*, und die Fruchtblätter und Fruchtäste

von *Cladostephus* und *Stypocaulon* (VI. VII. XI. 1) in ihrem Bau wieder den kleineren Sphacelarien entsprechen und die letzteren schon gar keine Trennung von peripherischem und centralem Gewebe oder doch nur hier und da Spuren einer solchen nachweisen lassen.

Innerhalb dieser genetischen Entwickelungsreihe lassen sich im Besonderen etwa folgende Beziehungen feststellen, die die allmälige Steigerung der Formenbildung in der Reihe darlegen.

1) Mit der gröfseren Vollkommenheit und Complicirung des anatomischen Baues und der morphologischen Differenz wächst gleichzeitig die Beständigkeit der Bildungsregel.

Dies macht sich mehrfach geltend. Bei dem Aufbau der Glieder aus der Scheitelzelle werden in den niedrigsten Sphacelarien-Formen nur primäre Gliederzellen angelegt und diese bilden sich unmittelbar zu den zelligen Gliedern aus. Später bei anderen Sphacelarien werden die primären Gliederzellen nicht unmittelbar zu den zelligen Gliedern, sondern theilen sich erst in secundäre Gliederzellen; allein dieser Vorgang ist noch durchaus nicht unbedingt gesetzmäfsig, sondern — und dies ist bei den meisten kleineren Sphacelarien der Fall — die Theilung der primären Gliederzellen in secundäre kann bei derselben Pflanze in allen Sprossungsformen bald erfolgen, bald, und wie es scheint noch ohne bestimmte Regel, unterbleiben und die primären Gliederzellen bilden sich alsdann unmittelbar zum zelligen Gliede aus.

Erst bei den höheren Formen gewinnt die Theilung der primären Gliederzellen in secundäre an Constanz; aber selbst in *Cladostephus* noch finden sich hin und wieder Ausnahmen, und die secundären und tertiären Sprossungen dieser höheren Formen — Fruchtäste und Fruchtblätter von *Cladostephus* und *Stypocaulon* — zeigen hierin wieder geringere Constanz als die primären Verzweigungen und greifen auch in diesem Punkte auf die niedrigeren Formen der Reihe zurück. Ganz ähnliche Erscheinungen zeigt ferner auch das Gesetz der Zellenfolge bei der zelligen Ausbildung der Glieder, und die Sphacelarien-Reihe liefert auch für diese sich allmälig in den verschiedenen Formen erst fixirende Gesetzmäfsigkeit der Gewebebildung ein äufserst instructives Beispiel. —

2) Die morphologischen Differenzen der Verzweigungsformen gehen aus gleichartigen Sprossungen durch zunehmende

Wachsthumsabweichungen hervor, die offenbar mit dem Ursprung der Verzweigungsformen in Beziehung stehen und sich allmälig durch Trennung ihrer Ursprungsstellen immer schärfer fixiren.

Dieses Verhältnifs ist im Vorhergehenden bereits mehrfach ausgeführt worden, und es ist an sich klar, wie mit der gröfseren Vervollkommnung des Baues auch die morphologische Differenz der Verzweigungssysteme durch ihren Ursprung aus anatomisch immer ferneren und differenteren Gewebezellen an Ausdruck gewinnen und wachsen mufs. So entstehen nach und nach aus den Kurztrieben die Blattformen, indem sie in ihrem Ursprung auf die peripherischen Gewebselemente gedrängt hierdurch eine schärfere Unterscheidung von den eigentlichen Zweigformen gewinnen, die ihrerseits in ihrem Ursprung stets mit dem Centralgewebe der Mutteraxe in unmittelbarem Zusammenhange bleiben.

Fruchtäste und Haare, die am frühesten ihrer Anlage und Gestalt nach differenzirten Sprofsformen, zeigen einen Fortschritt innerhalb der Reihe noch dadurch, dafs sie in ihrem Ursprunge als Verzweigungen desto späteren Grades erscheinen, je höher in der Reihe die betreffende Form steht und erhalten so ihre verschiedenen, ihnen eigenthümlichen Stellungen auf den letzten Verzweigungsgliedern und in den Achseln (VIII. 2; XI. 1; V) der Blätter und Zweige. —

Die Stellung der Seitenzweige geht gleichfalls allmälig aus der vagen in die opponirte und endlich bei *Cladostephus* in die Wirtelstellung über und selbst diese zeigt noch innerhalb dieser Gattung eine stufenweise anwachsende Regelmäfsigkeit. —

3) Die anatomische und morphologische Differenzirung der Verzweigungssysteme führt noch innerhalb der Sphacelarien-Reihe vom einfachen confervenartigen Wuchse (bei *Ectocarpus*) bis zum sprofsartigen Aufbau (bei *Cladostephus*).

Die Reihe stellt sonach eine Stufenleiter zum cormophytischen Baue dar, in welcher sämmtliche anatomische und morphologische Charaktere der höchsten Form schrittweise gewonnen werden. Die Reihe erscheint somit als ein anschauliches Beispiel ansteigender Bildungsweise cormophytischer Gestalt und ihre Betrachtung führt daher nothwendig zu einem der Descendenztheorie günstigen Schlusse, da sie selbst als der

einfache und unmittelbare Ausdruck des genetischen Zusammenhanges der Formen sich darstellt.

Allein auch hier finden sich nirgends sichere Anhaltspunkte zur näheren Kenntnifs der unbekannten Ursachen, welche den Entwickelungsgang der Reihe in der Richtung, die sie genommen hat, festgehalten und diese Richtung selbst bestimmt haben.

Diese Richtung ist hier, wie in allen Reihen dieselbe; sie führt vom anatomisch und morphologisch Einfachen und Gleichartigen zum anatomisch und morphologisch Complicirten und Mannigfaltigen.

Dafs dieser Gang die nothwendige und die alleinige Wirkung der Accumulation steigend zunehmender günstiger Abweichungen und Adaptionen an die Lebensbedingungen ist, ist ebenso bestreitbar, als es unbedingt gewifs ist, dafs dieser Gang auch bei solchen Reihen eingehalten wird, deren Formenabweichungen relativ gar keine verschiedenen Grade günstiger Anpassung repräsentiren.

Hierüber wird unter den kritischen Anhängern der Descendenztheorie kaum eine Meinungsverschiedenheit herrschen können. Jedenfalls mufs dieser Punkt als eine offene Streitfrage betrachtet werden. —

Wie hätten auch die Bedingungen der natürlichen Zuchtwahl für sich allein, ohne eine besondere, hinzutretende, richtende Ursache den Gang vom *Ectocarpus* bis zum *Cladostephus*, den die Reihe doch offenbar genommen hat, bestimmt haben können! Nirgends läfst sich hier eine fortschreitend günstigere Anpassung der entstandenen Abweichungen an die gleichartigen Lebensbedingungen, unter denen sie entstanden sind, voraussetzen und nachweisen. Die entstehenden Formendifferenzen zeigen nirgends deutliche, physiologisch günstige Eigenthümlichkeiten; sie beruhen wesentlich auf geringen, allmälig wachsenden Abweichungen im anatomischen Bau und in der Stellung der Verzweigungssysteme.

Behaarung, Bewurzelung, Reproduction ist schon in den niedrigen Formen der Reihe in ähnlicher Wirkung und Anordnung wie in den höheren vertreten.

Ist ohne willkürliche und unbegründete Voraussetzungen und Behauptungen irgend eine Beziehung der leichteren Erhaltung der Art zu der Entstehung der Sprosse aus den Gliederzellen oder den Scheitelzellen,

oder zu der Theilungsfolge der primären Gliederzellen wissenschaftlich festzustellen?

Welche günstige Anpassungen soll eine *Sphacelaria* vor einem *Ectocarpus* u. s. w, voraushaben?

Die Beziehungen zu ihren etwaigen Feinden ist keine denkbar verschiedene bei der Eigenthümlichkeit dieser Abweichungen, die eine für den Kampf um das Dasein durchaus gleichartige Beschaffenheit nicht ausschliefsen. — Bei diesen einfachen Geschöpfen beschränkt sich dieser Kampf höchstens auf einen Kampf um den Platz. Der einzige Punkt, der hierbei von Wichtigkeit wäre, die Mannigfaltigkeit, die Zahl und die Erhaltungsfähigkeit der Reproductionsformen spricht in keiner offenbaren Weise für die Einhaltung der Richtung, die die Reihe bei ihrer Entwickelung genommen hat. —

Es läfst sich bei Betrachtung dieser und anderer ähnlichen Reihen unter den niedrigsten Gewächsen nicht verkennen, dafs die ersten Formenabweichungen bei diesen einfachsten Organismen rein morphologischer Natur sind, d. h. dafs sie keine nachweisbaren Beziehungen zu irgend welchen physiologischen Functionen haben, die für die Erhaltung des Lebens von Wichtigkeit sind.

Die Existenz solcher, in diesem Sinne rein morphologischer Arten-Reihen scheint mir entscheidend für die Frage nach den Ursachen der Artenbildung. —

Bestehen nun — um nur bei den Algen zu bleiben — die Reihen der Protococcaceen, Palmellaceen, Desmidiaceen, Diatomeen, Conferveen, Ulothricheen, Ceramieen, Polysyphonieen etc. nicht aus solchen im Gegensatze zur darwinistischen Vorstellung nur rein morphologischen Arten?

Dennoch ist in allen diesen Reihen ein Entwickelungsgang der Formen, der immer vom Einfachen zum Complicirten oder, wenn man will, vom Unvollkommnen zum Vollkommneren führt, unverkennbar.

Alle diese niederen, rein morphologischen Reihen sprechen mit Entschiedenheit dafür, dafs der Kampf um das Dasein für sich allein nicht genügt, um die Accumulation der Formenabweichungen, in der durch die ganze Schöpfungsreihe constanten Richtung vom Einfachen zum Mannigfaltigen zu erklären. Dieser setzt ja mit Nothwendigkeit die physio-

logisch günstigere Beschaffenheit der entstehenden Variationen und die Häufung dieser günstigen Eigenschaften in der bevorzugten Richtung voraus. Diese Bedingungen fehlen aber in dem Entwickelungsgange der rein morphologischen Arten-Reihen der niedrigsten Gewächse. Hier treten jene inneren richtenden Kräfte, die den Gang der gesteigerten Abweichungen in die bevorzugte Richtung drängen, in ihrer Reinheit unvermischt mit den Wirkungen des Kampfes um das Dasein in die Erscheinung und lassen ihre Existenz nicht bezweifeln. — Oder will man etwa allen diesen niederen organischen Formen den Werth von Arten absprechen und sie nur als solche unbeständige Varietäten betrachten, die vorübergehend entstehen und wieder zu Grunde gehen, ohne es zu eigentlichen Arten zu bringen? Ihre Beständigkeit, ihr Alter, die Nothwendigkeit der Annahme ihrer gesteigerten Fortentwickelung für die Entstehung der höheren Formen, die ja eine Basis der Descendenztheorie bildet, und der unleugbare Entwickelungsgang, der sich in der Umbildung ihrer Formen zu immer mannigfaltiger ausgebildeten Gestalten ausspricht, würde auch diesen Ausweg mit Entschiedenheit zurückweisen.

Erklärung der Tafeln.

Taf. I. *Cladostephus verticillatus.*

Fig. 1. ($\frac{180}{1}$). Vegetationskegel eines lebhaft wachsenden Sprosses mit 2 schon angelegten Blattwirteln.

Fig. 2. ($\frac{280}{1}$). Querschnitt durch ein altes Internodium eines Sprosses; *b* Blätter mit ihrer Basis tief in der secundären Rinde eingesenkt; *c* peripherische Zellenreihe der Rinde, in welcher die Zellvermehrung der Rinde ihren Sitz hat.

Fig. 3. ($\frac{180}{1}$). Vegetationskegel, dessen Scheitelzelle sich eben dichotom getheilt hat; *a b* die beiden neuen Scheitelzellen für die Gabeläste; *c* Verzweigungsknoten mit den nach oben divergirenden Centralzellen, aus denen später das gespaltene Mark hervorgeht und sich in das Mark der beiden Gabeläste fortsetzt.

Fig. 4. ($\frac{110}{1}$). Längsschnitt durch 3 Internodien eines fructificirenden Exemplares mit multiloculären Sporangien; *m* Mark; *r* secundäre Rinde; *b* Basalknoten der Blätter; *B* vegetative Blätter in die Rinde eingesenkt; *f* Fruchtblätter den peripherischen Rindenzellen aufsitzend mit Fruchtästen und multiloculären Sporangien.

Taf. II. Fig. 1—5. 7—10 u. 12 *Cladostephus verticillatus.* Fig. 6 u. 11 *Cladostephus spongiosus.*

Fig. 1. ($\frac{180}{1}$). Längsschnitt durch mehrere Internodien eines alten Exemplares; *a* Adventivsprofs; *B* Blätter.

Fig. 2. ($\frac{180}{1}$). Längsschnitt nahe unter der Spitze eines Sprosses, unmittelbar vor Beginn der Winterpause, kurz vor dem Erlöschen seines Wachsthumes. — Die Blätter (*B*) werden nicht mehr in die Rinde eingesenkt; die primären Rindenzellen (*r*) und die Basalknoten der Blätter (*b*) bringen es nicht mehr zu einer starken Entwickelung.

Fig. 3. ($\frac{500}{1}$). Vierzähliges Haarbüschel in der Achsel eines Blattzipfels; die einzelnen Haare noch während der basipetalen Anlage ihrer Zellen.

Fig. 4. ($\frac{270}{1}$). Querschnitte der Blätter von Gliedern der Blattbasis, noch innerhalb der in die Rinde eingesenkten Region; *a b c* Zellenfolge in den Basalgliedern der Blätter auf dem Querschnitte; die Wände entstehen in der Reihenfolge der Zahlen, die sie bezeichnen.

Fig. 5. ($\frac{180}{1}$). Noch ungetheiltes Blatt während der Anlage seiner Zellen; *s* Scheitelzelle; *p* primäre Gliederzelle während der Theilung in die secundären Gliederzellen; *g g g* secundäre Gliederzellen.

Fig. 6. ($\frac{270}{1}$). Längsschnitt durch 3 Blattglieder etwa aus mittlerer Höhe des Blattes, oberhalb der Blatteinsenkung in die Rinde.

Fig. 7—9. ($\frac{180}{1}$). Verschiedene noch jüngere Blattentwickelungszustände.

Fig. 10. ($\frac{270}{1}$). Querschnitte durch Blattglieder aus mittlerer Blatthöhe. *a*, *b* Zellenfolge in diesen freien, nicht in die Rinde eingesenkten Gliedern; *I* erste, *II* zweite Theilungswand; *r* Rücken-, *b* Bauch-, *s'* erste Seiten-, *s''* zweite Seitenzelle. *c* Querschnitt durch ein fast völlig fertiges Glied.

Fig. 11. ($\frac{270}{1}$). Querschnitt durch ein noch nicht ganz fertiges Blattglied, in welchem *c* wahrscheinlich als Brutzelle verharrt.

Fig. 12 u. 13. ($\frac{270}{1}$). Querschnitte durch Blattglieder aus der Region, die den Uebergang von den Basalgliedern des Blattes zu den höheren bildet.

Taf. III. *Cladostephus verticillatus.*

Fig. 1—4. ($\frac{180}{1}$). Spitzen alter Sprosse vor der Winterpause und kurz vor völligem Erlöschen des Wachsthums. *r r* zu den letzten Blättern auswachsende Rindenzellen; *b* Basalknoten der Blätter. Fig. 2 ein theils aus den obersten Rindenzellen fructificirendes Exemplar; die Scheitelzelle im Schlafzustande. Fig. 3 die Scheitelzelle zellig getheilt. Fig. 4 desgleichen, allein mit Anlage einer Brutzelle (*c*) für einen Adventivsprofs in der folgenden Vegetationsperiode.

Taf. IV. *Cladostephus verticillatus.*

Fig. 1. ($\frac{110}{1}$). Querschnitt durch ein fructificirendes Exemplar mit uniloculären Sporangien. *B* vegetative Blätter in die Rinde tief eingesenkt; *f f* Fruchtblätter aus den peripherischen Rindenzellen entspringend.

Fig. 2. ($\frac{180}{1}$). Junger Adventivsprofs aus einer secundären Gliederzelle.

Fig. 3. ($\frac{180}{1}$). Anlage eines Adventivsprosses (*a*) aus einer primären Gliederzelle; *s* Scheitelzelle; *a* zur Scheitelzelle des Adventivsprosses sich erhebendes Stück der primärn Gliederzelle — Brutzelle.

Fig. 4 ($\frac{320}{1}$) und 5. Dichotomie der Scheitelzelle. *a b* die neuen Scheitelzellen für die Gabeläste; *c* Verzweigungsknoten.

Fig. 6. ($\frac{180}{1}$). Spitze eines Vegetationskegels während der Zeit lebhaften Wachsthums des Sprosses; *S* Scheitelzelle; *p* primäre Gliederzelle; *p'* primäre Gliederzelle, eben in die secundären Gliederzellen *s s* getheilt; *p''* nächst ältere primäre Gliederzelle.

Taf. V. *Cladostephus verticillatus.*

Fig. 1—5. ($\frac{90}{1}$). Verschiedene Formen erwachsener vegetativer Blätter.

Fig. 6. ($\frac{280}{1}$). Entwickelungszustand eines Blattes nach der Anlage der beiden Blattzipfel (*a. b*) mit noch nicht völlig ausgebildeten Spitzen.

Fig. 7—10. ($\frac{180}{1}$). Verschiedene Entwickelungszustände zwei- und mehrzipfliger Blätter. *a* Scheitelzelle des entstehenden Zipfels; *h* Scheitelzelle des entste-

henden Haarbüschels; *h'* die durch Theilung von *h* hervorgegangenen Haar-Mutterzellen oder Haare. Bei Fig. 9 hat der älteste Blattzipfel (*z*) nicht nur das achselständige Haarbüschel (*h'*) gebildet, sondern hat soeben noch einen Seitenzipfel (*z'*) zweiten Grades angelegt; so entstehen die weniger häufigen Blätter (3 auch 5) mit verzweigten Seitenzipfeln (Fig. 3 *z'*).

Taf. VI. *Cladostephus verticillatus.*

Fig. 1—3. ($^{28}_{1}$0). Stücke von Fruchtblättern mit uniloculären Sporangien während der Entleerung der Zoosporen und geschlossen.

Fig. 4. *a—g* ausgetretene Zoosporen während der Bewegung und in Ruhe in verschiedenen Lagen.

Fig. 5. ($^{50}_{1}$0). Desgleichen.

Fig. 6—8. ($^{28}_{1}$0). Fruchtblätter verschiedener Form mit uniloculären Sporangien.

Fig. 9. ($^{28}_{1}$0). Fruchtblatt mit terminalem Sporangium.

Fig. 10. ($^{28}_{1}$0). Fruchtblatt mit seitlichem, zweizähligen Haarbüschel und einem jungen uniloculären Sporangium in der Entwickelung.

Taf. VII. *Cladostephus verticillatus.*

Fig. 1. ($^{50}_{1}$0). Stück eines Fruchtblattes mit multiloculären Sporangien.

Fig. 2. ($^{28}_{1}$0). Fruchtblatt mit terminalem, multiloculären Sporangium.

Fig. 3 ($^{28}_{1}$0), 4 ($^{50}_{1}$0). Desgleichen mit lateralem Fruchtast.

Fig. 5. 6. 7. 8. 9. ($^{50}_{1}$0). Verschiedene Entwickelungszustände der Fruchtäste mit multiloculären Sporangien.

Fig. 10. ($^{50}_{1}$0). Stück eines Fruchtblattes mit uniloculären, durchwachsenen Sporangien.

Fig 11. ($^{50}_{1}$0). Stück eines Fruchtblattes mit einem theilweise entleerten, multiloculären Sporangium.

Fig. 12. ($^{50}_{1}$0). Aus demselben ausgetretene Zoosporen.

Taf. VIII. Fig. 1—6. *Halopteris filicina.*

Fig. 1. ($^{18}_{1}$0). Fortwachsender Langtrieb.

Fig. 2. ($^{28}_{1}$0). Ausgewachsener Kurztrieb mit Fruchtast — uniloculäres Sporangium — in der Achsel.

Fig. 3—6. ($^{14}_{1}$0). Aufeinanderfolgende Entwickelungszustände in der Scheitelzelle der Langtriebe. Die Wände sind der Reihe nach, wie die Zahlen 1. 2. 3. 4 folgen, angelegt. Die Theilung der primären Gliederzelle durch die Wand *b* erfolgt ungefähr gleichzeitig mit 4.

Fig. 7—23. *Sphacelaria tribuloides.*

Fig. 7—9. ($^{15}_{1}$0). Querschnitte der Zweige; *c* sich nicht weiter theilende Brutzelle des Gliedes.

Fig. 10. ($^{15}_{1}$0). Brutknospe in Ablösung von der Stützzelle; *z z* Seitenstrahlen; *s* terminale, neue, verkümmernde Scheitelzelle; *b* Verzweigunngsknoten.

Fig. 11. ($^{15}_{1}$0). Abgefallene und keimende Brutknospe.

Fig. 12—14. ($\frac{150}{1}$). Ansatz der Haare an der Scheitelzelle, aus der sie entstanden, und Fortwachsen der letzteren.

Fig. 15. ($\frac{150}{1}$). Langtrieb mit einem Kurztrieb und 2 Brutknospen; der Kurztrieb trägt 2 einzelnstehende Haare (*h. h*). In der Sphacela des Langtriebs ein bereits entleerter Parasit (*Chytridium*); *b* reife Brutknospe auf 2 Stielzellen; hier sind also bereits 2 Brutzellen früher abgefallen; *b'* Brutknospen-Anlage, erst die Stielzelle und die Scheitelzelle vorhanden; *s* terminale, neue, verkümmernde Scheitelzelle; bei *b* Verzweigungsknoten.

Fig. 16. ($\frac{150}{1}$). Brutknospe, älterer Zustand; nur die neue Scheitelzelle (*s*) für den terminalen, hier gewöhnlich verkümmernden Strahl schon angelegt.

Fig. 17. ($\frac{150}{1}$). Stück eines Sprosses mit Brutknospe eben in Ablösung; *b* Verzweigungsknoten; *s* terminale, neue, verkümmernde Scheitelzelle.

Fig. 18. ($\frac{180}{1}$). Desgleichen; die Brutknospe noch nicht fertig.

Fig. 19. ($\frac{180}{1}$). Ende eines Zweiges mit Durchwachsen durch die Sphacela.

Fig. 20. ($\frac{180}{1}$). Stück eines Zweiges mit Brutknospen-Stützzelle, die nach Abfallen der ersten Brutknospe, die hier safs, wieder auswächst.

Fig. 21—23. ($\frac{180}{1}$). Junge Zweigenden.

Taf. IX. *Sphacelaria olivacea,* var. *caespitosa.*

Fig. 1—3. ($\frac{250}{1}$). Zweigstücke mit Fruchtästen; *a* uniloculäre Sporangien mit theils im Inneren zur Ruhe gekommenen und gekeimten Zoosporen; *b* Sporangien mit zellig getheiltem Inhalte.

Fig. 4—6. ($\frac{250}{1}$). Zweigstücke mit Brutzellen (*c*).

Fig. 7. ($\frac{250}{1}$). Endstück eines Zweiges, dessen obere Gliederzellen zu kurzen Zweigen ausgewachsen sind, in ihren Scheitelzellen haben sich Chytridien gebildet.

Fig. 8. ($\frac{250}{1}$). Endstück eines Zweiges mit zelliger Umbildung der Scheitelzelle zu einer Art Placenta, aus welcher später die Brutkörper sich hervorbilden; siehe Fig. 13.

Fig. 9. ($\frac{250}{1}$). Endstück eines Zweiges mit seitlich sitzender grofser Kugel (*c*) von einer auswachsenden Brutzelle gebildet (siehe S. 172) und dessen Scheitelzelle (*d*) ein wandständiges Mutterzellennetz gebildet hat (siehe S. 172 u. 173).

Fig. 10. Stück eines Zweiges mit ausgewachsenener Brutzelle, mit beginnender Brutkörperhaufen-Bildung.

Fig. 11—12. ($\frac{250}{1}$). Junge Keimpflanzen mit bereits angelegter Haftscheibe.

Fig. 13. ($\frac{90}{1}$). Endstück eines Fadens mit 2 Zweigen, deren unterster an seiner Spitze die Umwandlung in einen Brutkörperhaufen bereits erfahren hat.

Fig. 14—17. ($\frac{250}{1}$). Zweige mit seitlicher (*c*) und terminaler Brutkörperhaufen-Bildung in verschiedenen Entwickelungszuständen.

Taf. X. *Sphacelaria olivacea*; Fig. 1. 5. 6. 7. 11. 12. 13 var. *solitaria, prolifera*; Fig. 2. 3. 4. 8. 9. 10 var. *caespitosa.*

Fig. 1. ($\frac{250}{1}$). Stück eines Zweiges mit jungem Seitenast aus der Stützzelle einer abgefallenen Brutknospe hervorgegangen.

Fig. 2. ($\frac{180}{1}$). Endstück eines Zweiges mit Dichotomie, in der Gabel Reste einer früheren Sphacela; in anderen Fällen finden sich hier noch deutlichere Reste der Membran der alten Scheitelzelle.

Fig. 3. ($\frac{250}{1}$). Abgebrochenes Stück eines Zweiges mit Reproduction aus den Gliederzellen in die drei dünnen Zweige *a*, *b*, *c*.

Fig. 4. ($\frac{180}{1}$). Stück eines Zweiges mit noch ruhenden Brutzellen (*c. c. c*).

Fig. 5—7. ($\frac{420}{1}$). Endstücke von Zweigen, deren äufserst vergröfserte Scheitelzelle ein wandständiges Mutterzellennetz gebildet hat (siehe S. 172 u. 173).

Fig. 8. ($\frac{250}{1}$). Reproduction der Scheitelzelle die alte durchwachsend.

Fig. 9. ($\frac{500}{1}$), 10. ($\frac{780}{1}$). Querschnitte durch ältere Zweigstücke mit Brutzellen (*c*).

Fig. 11. ($\frac{100}{1}$). Gröfseres Stück eines Fadens mit Dichotomie bei *e*, und mit einer reifen (*b*) und einer noch nicht fertigen (*a*) Brutknospe; mit zwei noch in lebhaftem Wachsthum begriffenen Gabel-Zweigen (*c*, *d*), wovon der eine ein Haar (*h*) gebildet hat und der andere bei *g* eben einen Seitenzweig treibt.

Fig. 12. ($\frac{250}{1}$). Stück eines Fadens mit einer Brutzelle, deren Seitenstrahlen noch nicht völlig entwickelt sind; *s* neue, terminale, verkümmernde Scheitelzelle.

Fig. 13. Endstück eines noch wachsenden Zweiges mit einem Haare (*h*).

Taf. XI.

Fig. 1. ($\frac{180}{1}$). Achselständige Fruchtast-Gruppe mit uniloculären Sporangien von *Stypocaulon* Mülleri; die Gruppe bildet die ganze, vollständige Production einer Achsel.

Fig. 2—4. Stücke von alten Haftscheiben mit den aus ihnen aufsteigenden Stämmen von *Sphacelaria olivacea*. Fig. 2 ($\frac{250}{1}$) zeigt einen Stamm mit seiner Basis aus der Haftscheibe herauspräparirt; Fig. 3 ($\frac{250}{1}$) desgleichen mit den benachbarten Haftscheiben-Zellen; Fig. 4 ($\frac{125}{1}$) Stück einer Haftscheibe mit zwei fructificirenden Stämmen.

Fig. 5. ($\frac{250}{1}$). Bildung eines neuen Astes aus dem Fruchtstiel unter Durchwachsen des entleerten uniloculären Sporangiums.

Fig. 6—10. ($\frac{250}{1}$). *Ectocarpus granulosus.*

Fig. 6. Mit im gefüllten Zustande zellig getheilten Sporangien.

Fig. 7—8. Bildung und Auswachsen der Wurzel- oder Rindenfäden.

Fig. 9. Sporangium, in welchem sich nach der Entleerung das Zellennetz noch erhalten hat — seltenerer Fall — (siehe S. 169).

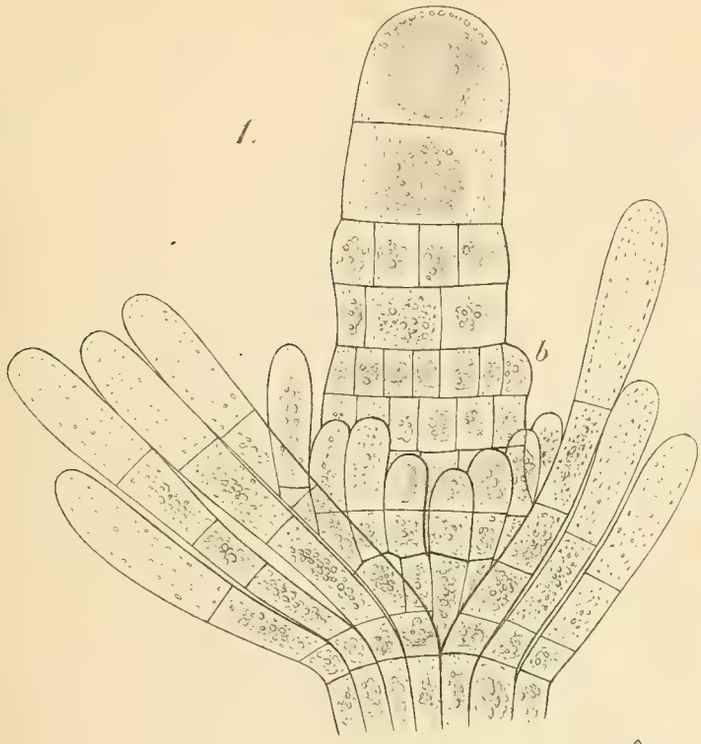
Fig. 10. Sporangium, in welchem das Zellennetz bei der Entleerung völlig verschwunden ist — gewöhnlicher Fall — (man vergleiche S. 169).

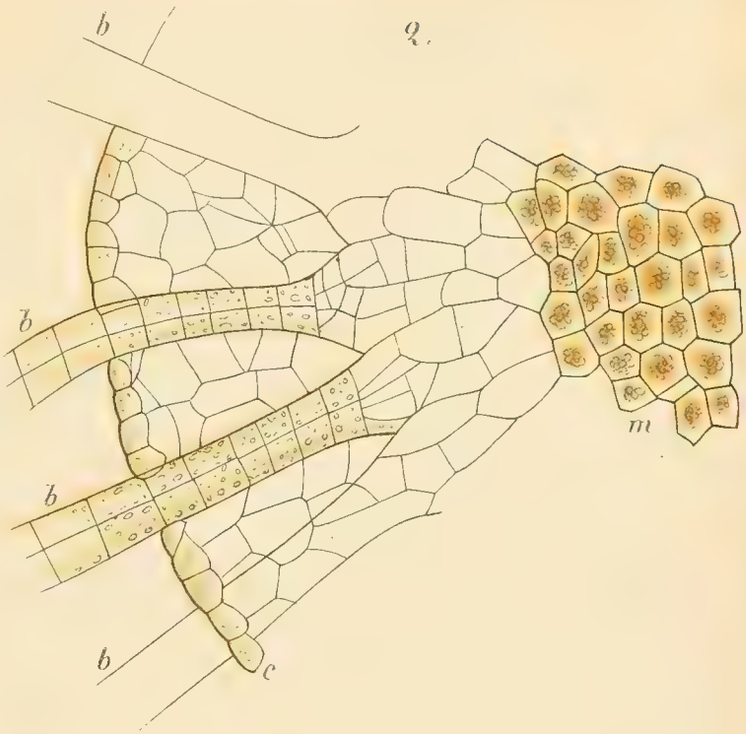
Fig. 11—16. ($\frac{250}{1}$). Sporangium von *Ectocarpus siliculosus.*

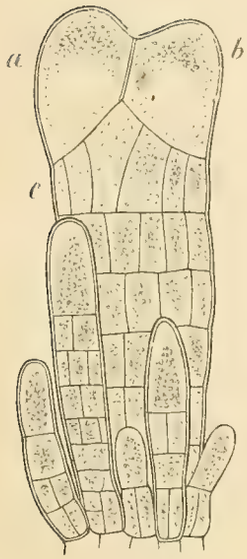
Fig. 11—12. Durchwachsen und Reproduction an den Sporangien.

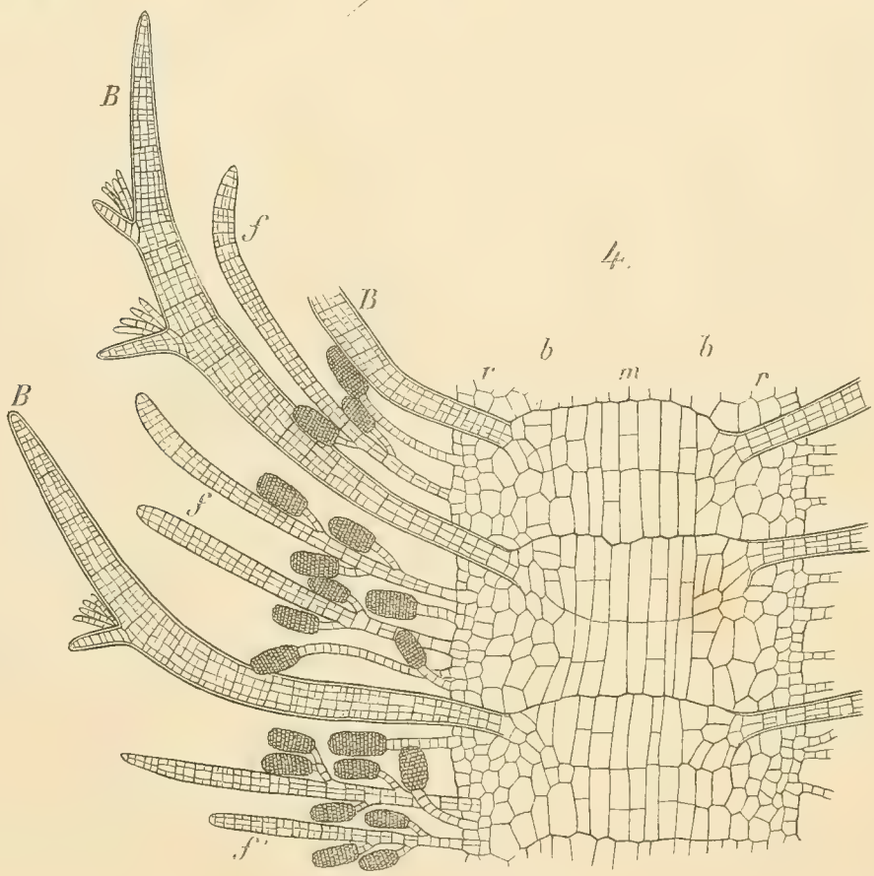
Fig. 13. Sporangium, in welchem nach der Entleerung das Zellennetz gänzlich verschwunden ist — seltener Fall — (siehe S. 169).

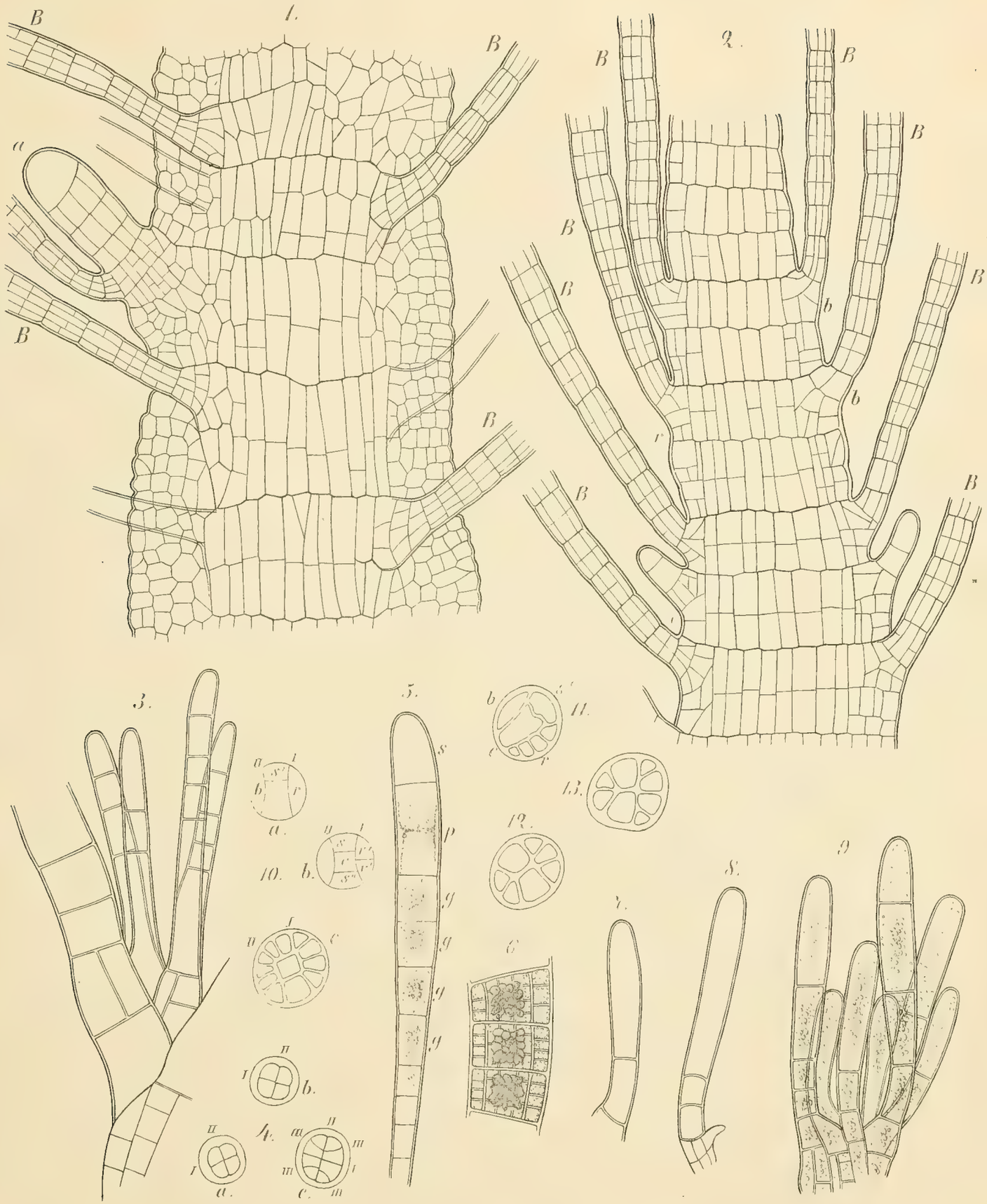
Fig. 14—16. Sporangien, in welchen sich nach der Entleerung das Zellennetz noch erhalten hat, jedoch bald mit Erhaltung der secundären Wände (Fig. 16), bald ohne diese (siehe S. 170).


1.
b

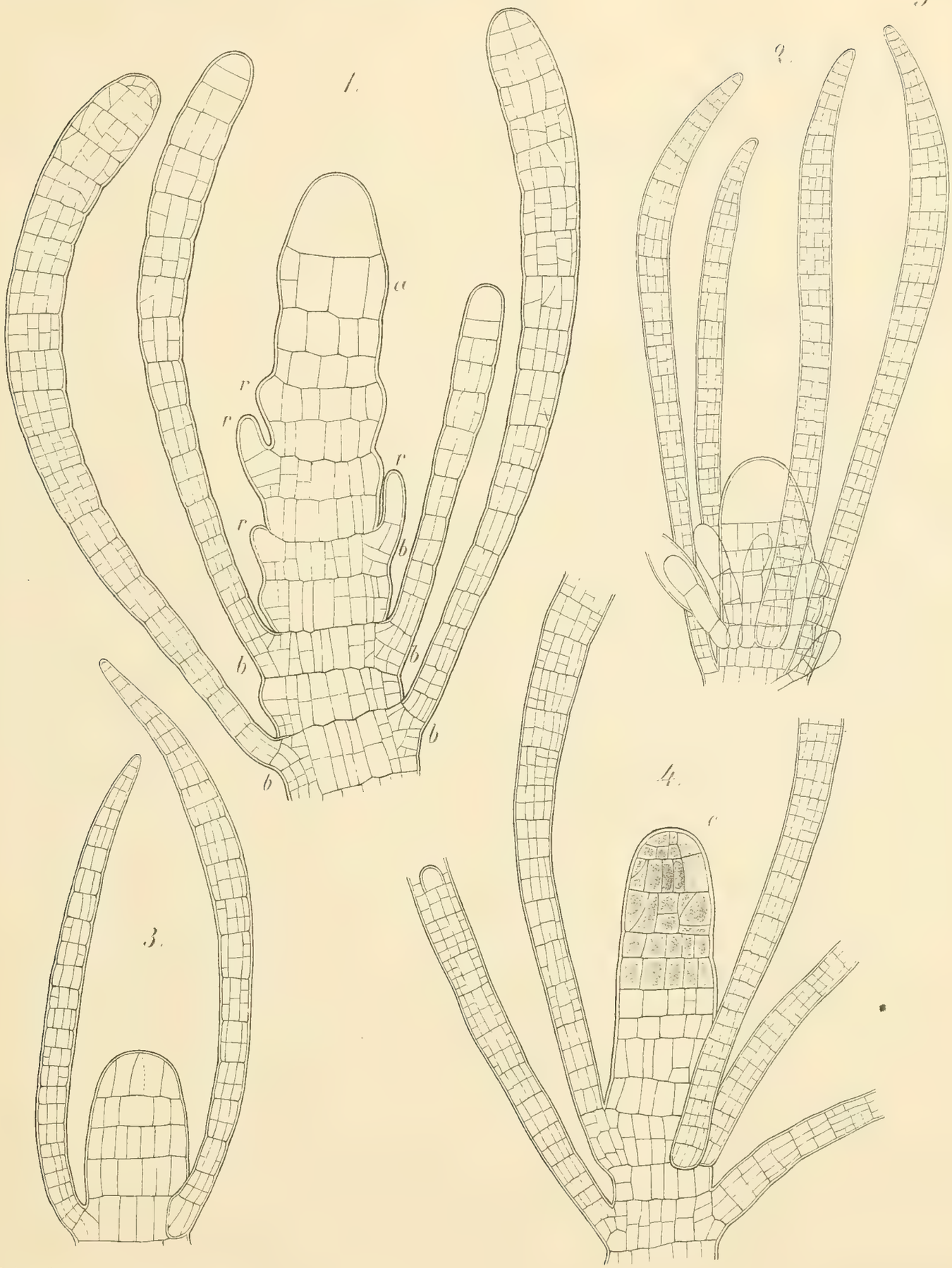

2.
b
b
b
b
c
m


3.
a
b
c


4.
B
f
B
B
f
f
r
b
m
b
r

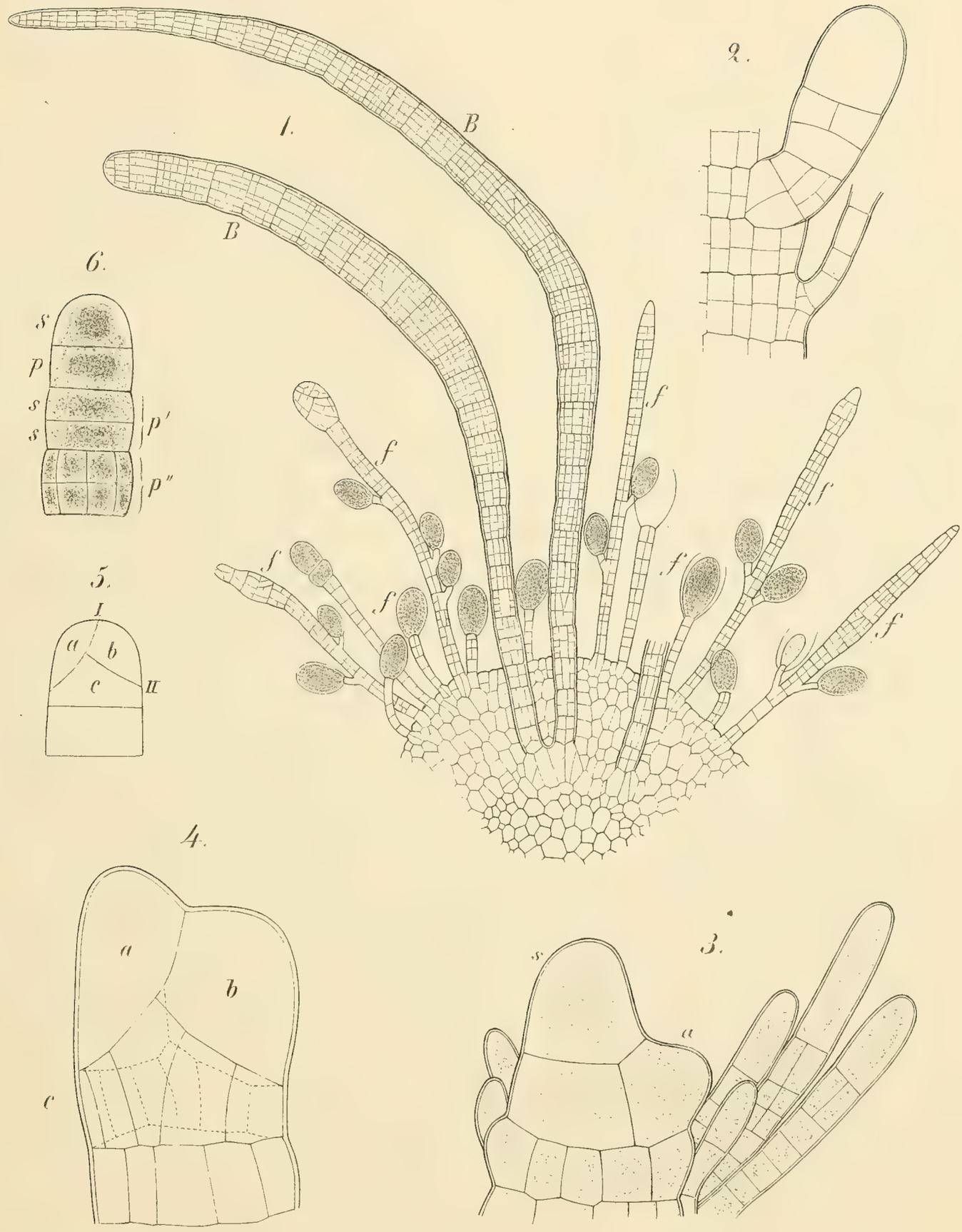


Pringsheim et Vöchting ad nat. del. *Lith. v. Luce.*



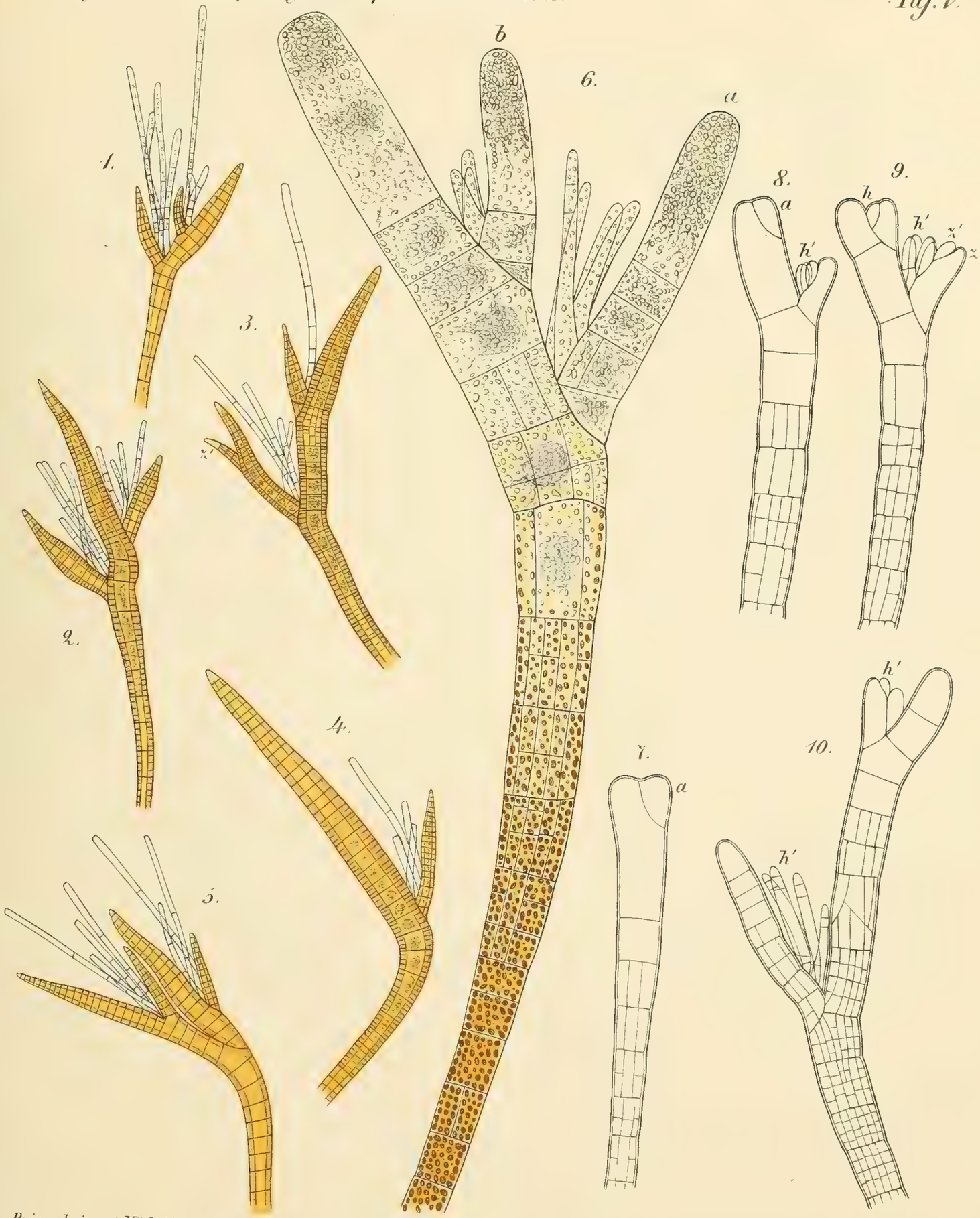
Pringsheim et Vöchting ad nat. del.

Lith. v. Lange



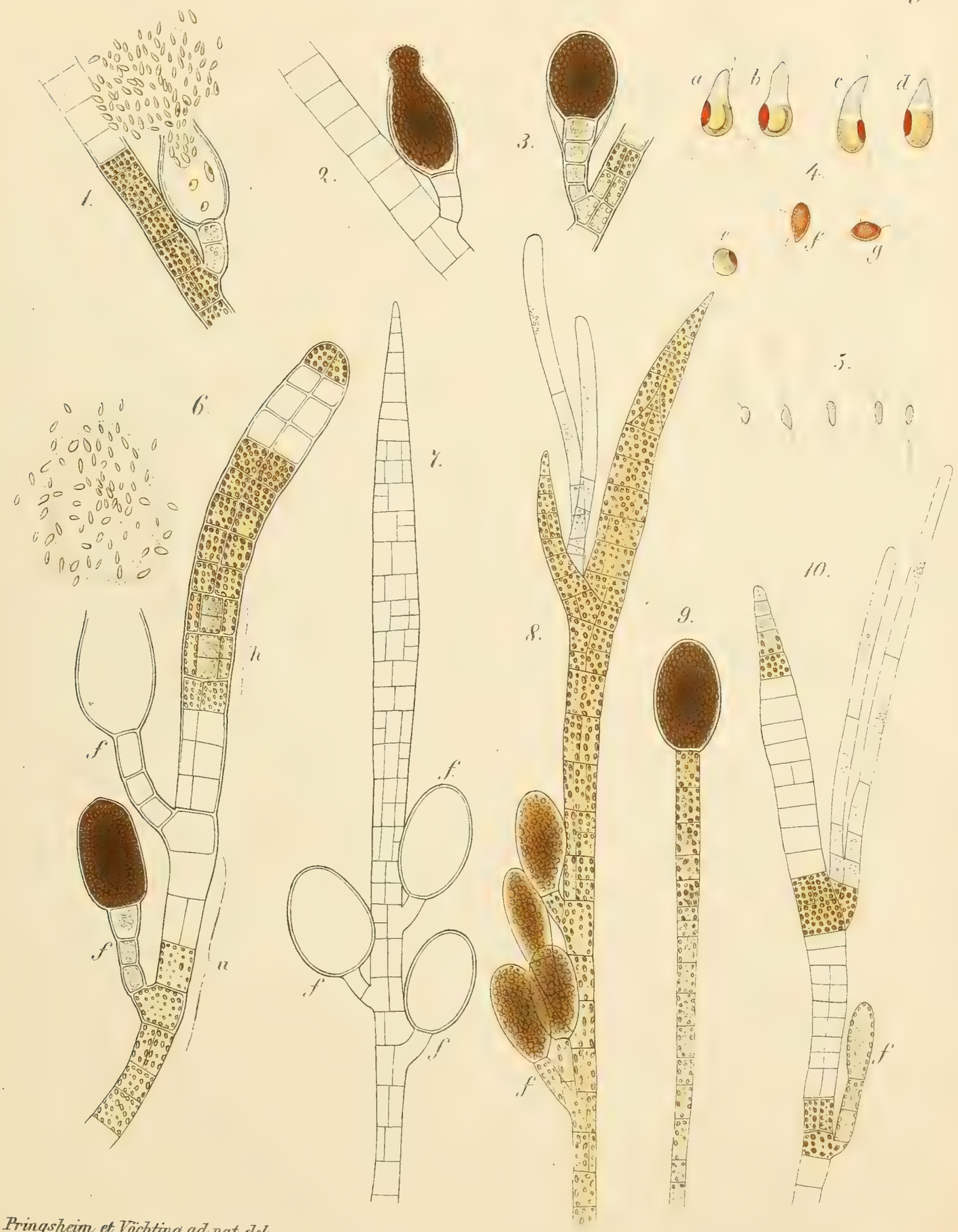
Pringsheim et Vöchting ad nat. del.

Lith. v. Laue.



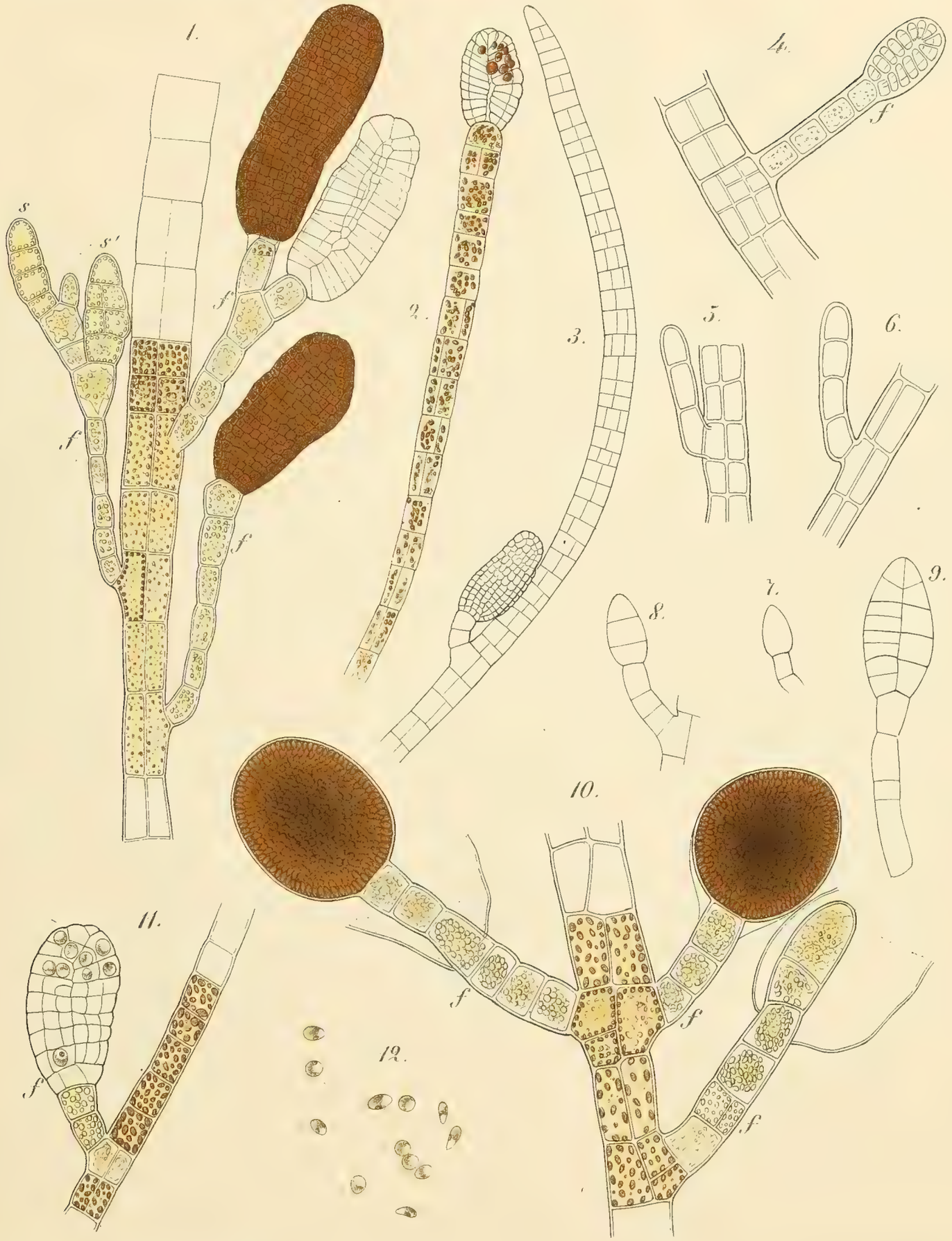
Pringsheim et Vöchting ad nat. del.

Lith. v. Laue.



Pringsheim et Vöchting ad nat. del.

Lith. v. Laue.



Pringsheim et Vöchting ad nat. del. *Lith. v. Laue.*

Pringsheim. Zur Morphologie der Sphacelarien-Reihe.

Taf. VIII.

Pringsheim et Vöchting ad nat. del.

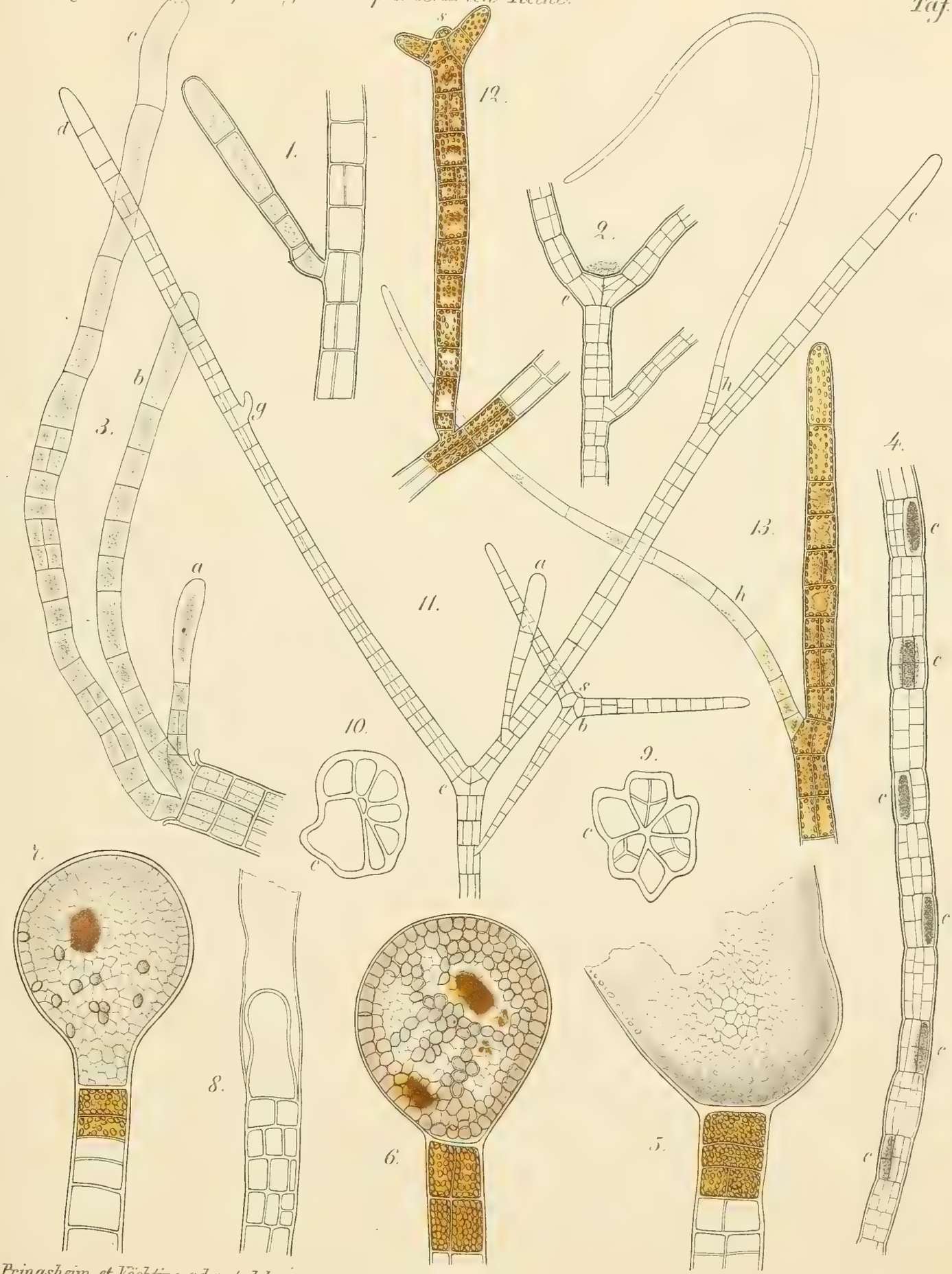
Lith. v. Lanc.

Pringsheim. Zur Morphologie der Sphacelarien-Reihe.

Taf. IX.

Pringsheim et Vöchting ad nat. del.

Lith. v. Laue



Pringsheim et Vöchting ad nat. del.

Lith. v. Laue.

Pringsheim et Vöchting ad nat. del.

Lith. v. Laue.

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 00904 0825
BHL